

TUGAS PRA DESAIN PABRIK PABRIK SEMI KOKAS DARI PROSES KARBONISASI BATU BARA DENGAN KAPASITAS 960.000 TON/TAHUN

Oleh :

**MELIYA RIZQI MIYONO
RINDI PUTRI WARSTYO**

**2031710029
2031710045**

Dosen Pembimbing :

**MALA HAYATI NASUTION, S.T., M.T.
(NIP 8419315)**





TUGAS PRA DESAIN PABRIK KIMIA

Pabrik Semi Kokas Dari Proses Karbonisasi Batu Bara Dengan Kapasitas 960.000 Ton/Tahun

1. Nama : Meliya Rizqi Miyono
NIM : 2031710029
2. Nama : Rindi Putri Warstyo
NIM : 2031710046

PROGRAM SARJANA

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA

UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA

GRESIK

2021

ABSTRAK

Semi kokas merupakan salah satu bahan bakar yang dihasilkan dari proses karbonisasi batu bara. Semi kokas terdiri dari 80-82% *fixed carbon* dan *moisture content* 10-18%. Semi Kokas dapat diuganakan pada *blast furnace* sebagai reduktor dalam pembuatan baja dan sebagai pemasok energi atau bahan bakar. Untuk memenuhi kebutuhan semi kokas dan mengurangi impor semi kokas dari negara lain maka dilakukan pendirian pabrik semi kokas baru dalam negeri. Pabrik semi kokas akan dibangun di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut , Kalimantan Selatan. Pabrik didirikan pada tahun 2021 dan beroperasi pada tahun 2023. Kapasitas produksi pabrik baru yang akan didirikan diperkirakan dengan melihat analisis kebutuhan semi kokas dalam negeri pada tahun 2023. Kapasitas pabrik sebesar 960.000 ton/tahun dan beroperasi kontinyu selama 24 jam per hari selama 330 hari dalam satu tahun.

Proses awal semi kokas dimulai dari persiapan bahan baku yaitu batu bara *bituminous* dengan memperkecil ukuran batu bara dan mengurangi kadar air batu bara. Batu bara dicampur dengan perekat tar lalu membentuk briket. Briket batu bara dikarbonisasi di dalam *coke oven battery*. Proses karbonisasi tersebut menghasilkan produk Semi Kokas sebagai produk utama dan produk samping berupa tar dan *coke oven gas* (COG). Untuk menunjang proses produksi utama maka sistem utilitas yang diperlukan yaitu *spray quencher*, *boiler*, *water treatment*, dan *waste treatment*. Pabrik Semi Kokas menghasilkan limbah berupa gas H₂S yang diolah menjadi Belerang (S) dalam fase *liquid*.

Bentuk perusahaan dari pabrik Semi Kokas adalah PT (Perseroan Terbatas). Berdasarkan analisis ekonomi, *Internal Rate Return* (IRR) yang diperoleh sebesar 58,99% dan *Rate of Investment* (ROI) yang diperoleh sebelum pajak sebesar 67% dan sesudah pajak 47% , *Pay Out Time* (POT) sebesar 1,46 tahun sebelum pajak dan 2,06 tahun sesudah pajak. Perhitungan analisis ekonomi didasarkan pada *discounted cash flow* , *Break Even Point* (BEP) diperoleh sebesar 68%. Berdasarkan analisis ekonomi maka pabrik Semi Kokas layak didirikan.

Kata Kunci : Batu Bara, Coke Oven Battery, Karbonisasi, Semi Kokas, Tar

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Pra Desain Pabrik Kimia dengan judul :

“PABRIK SEMI KOKAS DARI PROSES KARBONISASI BATU BARA DENGAN KAPASITAS 960.000 TON/TAHUN”



Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Kimia Universitas Internasional Semen Indonesia.

Oleh :

Meliya Rizqi Miyono **2031710029**

Rindi Putri Warsty **2031710046**

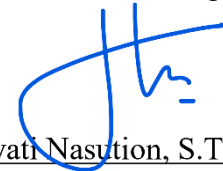
Telah diujikan dan diperbaiki sesuai dengan masukan-masukan dari dosen penguji
sebagai berikut :

1. Penguji 1 : Fandi Angga Prasetya, S.Si., M.Si 
2. Penguji 2 : Abdul Halim, S.T., M.T., PhD. 

Pada Tanggal : 23 Agustus 2021

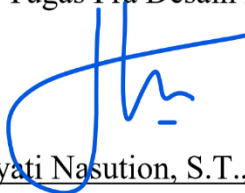
Gresik, 07 September 2021

Dosen Pembimbing



Mala Hayati Nasution, S.T., M.T.
NIP. 8419315

Mengetahui,
Koordinator Tugas Pra Desain Pabrik Kimia



Mala Hayati Nasution, S.T., M.T.
NIP. 8419315

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa nama yang disebut di bawah ini :



1. Meliya Rizqi Miyono 2031710029
2. Rindi Putri Warstyo 2031710046

Telah menyelesaikan Laporan Tugas Pra Desain Pabrik Kimia dengan judul :

**“PABRIK SEMI KOKAS DARI PROSES KARBONISASI BATU BARA
DENGAN KAPASITAS 960.000 TON/TAHUN”**

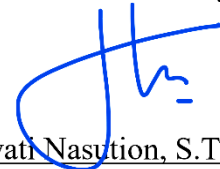
Mahasiswa tersebut diperkenankan mengikuti Ujian Tugas Akhir Pabrik Kimia yang akan dilaksanakan pada tanggal 23 Agustus 2021

Dosen Penguji :

3. Penguji 1 : Fandi Angga Prasetya, S.Si., M.Si 
4. Penguji 2 : Abdul Halim, S.T., M.T., PhD. 

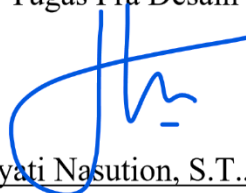
Gresik, 03 Agustus 2021

Dosen Pembimbing



Mala Hayati Nasution, S.T., M.T.
NIP. 8419315

Mengetahui,
Koordinator Tugas Pra Desain Pabrik Kimia



Mala Hayati Nasution, S.T., M.T.
NIP. 8419315

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Pra Desain Pabrik Kimia Yang Berjudul “Pabrik Semi Kokas Dari Proses Karbonisasi Batu Bara Dengan Kapasitas 960.000 Ton/Tahun”. Laporan ini dibuat sebagai prasyarat kelulusan mata kuliah CE1J524 Tugas Pra Desain Pabrik Kimia yang merupakan salah satu mata kuliah tugas akhir di Program Sarjana Departemen Teknik Kimia, Universitas Internasional Semen Indonesia (UISI).

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penyusunan laporan ini yaitu :

1. Mala Hayati Nasution, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing atas segala bimbingan, arahan, saran dan ide.
2. Dosen pengajar Departemen Departemen Teknik Kimia, Universitas Internasional Semen Indonesia (UISI) atas segala bantuan.
3. Orang tua dan keluarga atas segala dukungan, perhatian dan doa.
4. Teman-teman ChE-03 dan para sahabat yang telah memberikan semangat dan dukungan.

Penulis senantiasa mengharapkan masukan, saran dan kritik demi peningkatan kualitas laporan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang desain pabrik kimia di Indonesia.

Gresik, September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|----|
| ABSTRAK | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Pemilihan Proyek | 1 |
| 1.2 Tujuan Pelaksanaan Proyek..... | 3 |
| 1.3 Analisis Pasar..... | 3 |
| 1.4 Kegunaan Produk..... | 4 |
| 1.5 Analisis Keuntungan Kotor (<i>Gross Profit Margin</i>)..... | 5 |
| BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES | 6 |
| 2.1 Jenis-jenis Proses | 6 |
| 2.1.1 <i>Heat Recovery System</i> | 6 |
| 2.1.2 <i>By Product Process</i> | 7 |
| 2.2 Pemilihan Proses..... | 8 |
| 2.2.1 Perbandingan Proses | 8 |
| 2.2.2 Gambaran Proses Karbonisasi | 10 |
| 2.3 Deskripsi Proses..... | 11 |
| 2.3.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku | 11 |
| 2.3.2 Tahapan Karbonisasi dan <i>Quenching</i> (Pemadaman Semi Kokas)..... | 11 |
| 2.3.3 Tahapan Analisis Semi Kokas | 13 |
| 2.3.4 Tahapan Pemisahan Produk..... | 13 |
| BAB III DASAR PERANCANGAN..... | 15 |
| 3.1 Kapasitas Pabrik | 15 |
| 3.2 Bahan Baku..... | 16 |
| 3.3 Produk..... | 17 |
| 3.4 Lokasi Pabrik..... | 18 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 3.5 | Aspek Keselamatan | 21 |
| 3.5.1 | Bahan Baku..... | 21 |
| 3.5.2 | Produk..... | 22 |
| BAB IV DASAR-DASAR PENYUSUNAN NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI | | 23 |
| 4.1 | Reaksi Pembentukan Produk | 23 |
| 4.2 | Asumsi Dalam Perhitungan Neraca Massa dan Energi | 24 |
| 4.2.1 | <i>Belt Conveyor</i> | 25 |
| 4.2.2 | <i>Gyratory Crusher</i> | 25 |
| 4.2.3 | <i>Rotary Dryer</i> | 25 |
| 4.2.4 | <i>Cyclone</i> | 25 |
| 4.2.5 | <i>Blake Jaw Crusher</i> | 25 |
| 4.2.6 | <i>Screw Conveyor</i> | 26 |
| 4.2.7 | <i>Double Roll Mixer</i> | 26 |
| 4.2.8 | <i>Double Roll Briquette</i> | 26 |
| 4.2.9 | <i>Bucket Elevator</i> | 26 |
| 4.2.10 | <i>Coke Oven Battery</i> | 26 |
| 4.2.11 | <i>Spray Quencher</i> | 26 |
| 4.2.12 | <i>Screen</i> | 27 |
| 4.2.13 | <i>Scrubber</i> | 27 |
| 4.2.14 | <i>Decanter</i> | 27 |
| 4.2.15 | <i>Heater Tank</i> | 27 |
| 4.2.16 | <i>Boiler</i> | 27 |
| 4.3 | Perhitungan Neraca Massa | 27 |
| 4.4 | Perhitungan Neraca Energi | 40 |
| BAB V SPESIFIKASI PERALATAN | | 43 |
| 5.1 | Unit Reaktor..... | 43 |
| 5.1.1 | <i>Coke Oven Battery</i> | 44 |
| 5.1.1.1 | Dasar Perancangan <i>Coke Oven Battery</i> | 45 |
| 5.1.1.2 | Asumsi Perhitungan <i>Coke Oven Battery</i> | 45 |
| 5.1.1.3 | Spesifikasi <i>Coke Oven Battery</i> | 45 |

| | | |
|---------|---|----|
| 5.2 | Unit Pemisah..... | 46 |
| 5.2.1 | <i>Rotary Dryer</i> | 47 |
| 5.2.1.1 | Dasar Perancangan <i>Rotary Dryer</i> | 47 |
| 5.2.1.2 | Asumsi Perhitungan <i>Rotary Dryer</i> | 48 |
| 5.2.1.3 | Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> | 48 |
| 5.2.2 | <i>Screen</i> | 48 |
| 5.2.2.1 | Dasar Perancangan <i>Rotary Dryer</i> | 49 |
| 5.2.2.2 | Asumsi Perhitungan <i>Rotary Dryer</i> | 49 |
| 5.2.2.3 | Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> | 49 |
| 5.2.3 | <i>Gyratory Crusher</i> | 50 |
| 5.2.3.1 | Dasar Perancangan <i>Gyratory Crusher</i> | 50 |
| 5.2.3.2 | Asumsi Perhitungan <i>Gyratory Crusher</i> | 50 |
| 5.2.3.3 | Spesifikasi <i>Gyratory Crusher</i> | 51 |
| 5.2.4 | <i>Blake Jaw Crusher</i> | 51 |
| 5.2.4.1 | Dasar Perancangan <i>Blake jaw Crusher</i> | 51 |
| 5.2.4.2 | Asumsi Perhitungan <i>Blake jaw Crusher</i> | 52 |
| 5.2.4.3 | Spesifikasi <i>Blake jaw Crusher</i> | 52 |
| 5.2.5 | <i>Scrubber</i> | 53 |
| 5.2.5.1 | Dasar Perancangan <i>Scrubber</i> | 53 |
| 5.2.5.2 | Asumsi Perhitungan <i>Scrubber</i> | 53 |
| 5.2.5.3 | Spesifikasi <i>Scrubber</i> | 53 |
| 5.2.6 | <i>Decanter</i> | 55 |
| 5.2.6.1 | Dasar Perancangan <i>Decanter</i> | 55 |
| 5.2.6.2 | Asumsi Perhitungan <i>Decanter</i> | 55 |
| 5.2.6.3 | Spesifikasi <i>Decanter</i> | 56 |
| 5.2.7 | <i>Cyclone</i> | 56 |
| 5.2.7.1 | Dasar Perancangan <i>Cyclone</i> | 56 |
| 5.2.7.2 | Asumsi Perhitungan <i>Cyclone</i> | 57 |
| 5.2.7.3 | Spesifikasi <i>Cyclone</i> | 57 |
| 5.3 | Unit Pencampuran | 58 |
| 5.3.1 | <i>Double Roll Mixer</i> | 58 |
| 5.3.1.1 | Dasar Perancangan <i>Double Roll Mixer</i> | 58 |

| | | |
|---|---|------------|
| 5.3.1.2 | Asumsi Perhitungan <i>Double Roll Mixer</i> | 59 |
| 5.3.1.3 | Spesifikasi <i>Double Roll Mixer</i> | 59 |
| 5.3.2 | <i>Double Roll Briquetting</i> | 60 |
| 5.3.2.1 | Dasar Perancangan <i>Double Roll Briquetting</i> | 60 |
| 5.3.2.2 | Asumsi Perhitungan <i>Double Roll Briquetting</i> | 60 |
| 5.3.2.3 | Spesifikasi <i>Double Roll Briquetting</i> | 61 |
| 5.4 | Unit Penukar Panas..... | 63 |
| 5.4.1 | <i>Spray Quencher</i> | 62 |
| 5.4.1.1 | Dasar Perancangan <i>Spray Quencher</i> | 62 |
| 5.4.1.2 | Asumsi Perhitungan <i>Spray Quencher</i> | 63 |
| 5.4.1.3 | Spesifikasi <i>Spray Quencher</i> | 63 |
| 5.5 | Unit Pengalihan dan Penyimpanan Bahan..... | 65 |
| 5.5.1 | Pipa | 64 |
| 5.5.1.1 | Dasar Perancangan Pipa | 65 |
| 5.5.1.2 | Asumsi Perhitungan Pipa | 65 |
| 5.5.1.3 | Spesifikasi Pipa | 65 |
| 5.5.2 | Pompa | 66 |
| 5.5.2.1 | Dasar Perancangan Pompa | 66 |
| 5.5.2.2 | Asumsi Perhitungan Pompa | 67 |
| 5.5.2.3 | Spesifikasi Pompa | 67 |
| 5.6 | Unit Sistem Utilitas | 81 |
| 5.7 | Pengolahan Limbah | 91 |
| 5.8 | Instrumentasi..... | 95 |
| BAB VI TATA LETAK PABRIK | | 101 |
| 6.1 | Dasar Perancangan Tata Letak Pabrik | 101 |
| 6.2 | Ruang Lingkup Perancangan Tata Letak Pabrik | 105 |
| 6.3 | Luasan Pabrik | 107 |
| BAB VII JUMLAH DAN GAJI KARYAWAN | | 108 |
| 7.1 | Bentuk Badan usaha | 109 |
| 7.2 | Struktur Organisasi Perusahaan | 110 |
| 7.3 | Tugas dan Wewenang | 114 |
| 7.4 | Peraturan Perusahaan | 117 |

| | | |
|--|---|-----|
| 7.5 | Jumlah Karyawan | 119 |
| 7.6 | Penggolongan Karyawan dan Tingkat Pendidikan Karyawan | 121 |
| 7.7 | Jaminan Sosial Perusahaan | 123 |
| 7.8 | Penentuan Gaji Karyawan | 124 |
| BAB VIII ANALISIS EKONOMI | | 126 |
| 8.1 | Bentuk Badan usaha | 126 |
| 8.2 | Struktur Organisasi Perusahaan | 126 |
| 8.3 | Tugas dan Wewenang | 127 |
| 8.3.1 | <i>Total Capital Investment</i> | 127 |
| 8.3.2 | <i>Break Even Point</i> | 129 |
| 8.3.3 | <i>Return on Investment</i> | 130 |
| 8.3.4 | <i>Internal Rate of Return</i> | 131 |
| 8.3.5 | <i>Pay Out Time</i> | 131 |
| 8.3.6 | <i>Cumulative Net Present Value</i> | 132 |
| BAB IX KESIMPULAN | | 133 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 134 |
| Lampiran A Gross Profit Margin (GPM) | | |
| Lampiran B Perhitungan Kapasitas Produksi | | |
| Lampiran C Spesifikasi Bahan Baku | | |
| Lampiran D Spesifikasi Produk | | |
| Lampiran E Perhitungan Neraca Massa | | |
| Lampiran F Process Flow Diagram | | |
| Lampiran G Perhitungan Neraca Energi | | |
| Lampiran H Perhitungan Unit Operasi Reaktor | | |
| Lampiran I Perhitungan Unit Pemisah dan Pencampuran | | |
| Lampiran J Perhitungan Unit Heat Exchanger | | |
| Lampiran K Perhitungan Unit Pengalihan & Penyimpanan Bahan | | |
| Lampiran L Perhitungan Utilitas & Pengolahan Limbah | | |
| Lampiran M Diagram Process & Instrumentasi | | |
| Lampiran N Perhitungan Jumlah Karyawan | | |
| Lampiran O Perhitungan Gaji Karyawan | | |
| Lampiran P Analisis ekonomi | | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|-----|
| Gambar 2. 1 Proses Produksi Semi Kokas..... | 14 |
| Gambar 3. 2 Lokasi Pendirian Pabrik | 21 |
| Gambar 5. 1 <i>Coke Oven Battery</i> | 45 |
| Gambar 5. 2 <i>Rotary Dryer</i> | 48 |
| Gambar 5. 3 <i>Screen</i> | 49 |
| Gambar 5. 4 <i>Gratory Crusher</i> | 51 |
| Gambar 5. 5 <i>Blake Jaw Crusher</i> | 52 |
| Gambar 5. 6 <i>Scrubber</i> | 55 |
| Gambar 5. 7 <i>Decanter</i> | 56 |
| Gambar 5. 8 <i>Cyclone</i> | 58 |
| Gambar 5. 9 <i>Double Roll Mixer</i> | 60 |
| Gambar 5. 10 <i>Double Roll Briquette</i> | 62 |
| Gambar 5. 11 <i>Spray Quencher</i> | 64 |
| Gambar 5. 12 Pompa..... | 70 |
| Gambar 5. 13 <i>Belt Conveyor</i> | 75 |
| Gambar 5. 14 <i>Process Water Treatment</i> | 81 |
| Gambar 5. 15 Diagram Distribusi Utilitas Air | 83 |
| Gambar 5. 16 Kombinasi Kolom Resin Kation dan Anion | 85 |
| Gambar 6. 1 Tata Letak Pabrik | 105 |
| Gambar 6. 2 Tata Letak Peralatan Proses | 107 |
| Gambar 7. 1 Diagram Blok Struktur Organisasi Pabrik Semi Kokas | 113 |
| Gambar 8. 1 Kurva <i>Break Even Poin</i> (BEP) | 130 |
| Gambar 8. 2 Kurva Hubungan CNPV Terhadap Tahun | 132 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. 1 Sumber Daya dan Cadangan Batu Bara..... | 1 |
| Tabel 1. 2 Data Kebutuhan Produk Kokas..... | 2 |
| Tabel 1. 3 Data Impor dan Ekspor Produk Kokas Tahun 2010-2019..... | 3 |
| Tabel 1. 4 Produsen Kokas dan Semi Kokas di Indonesia..... | 4 |
| Tabel 1. 5 Jumlah dan Harga Bahan Baku Pada Produksi Semi Kokas | 5 |
| Tabel 1. 6 Jumlah dan Harga Produk Pada Produksi Semi Kokas..... | 5 |
| Tabel 2. 1 Seleksi Pemilihan Proses | 9 |
| Tabel 2. 2 Waktu Proses..... | 10 |
| Tabel 2. 3 Kualitas Semi Kokas | 13 |
| Tabel 3. 1 Proyeksi Kapasitas Produksi Semi Kokas Tahun 2023 | 15 |
| Tabel 3. 2 Sifat Fisik dan Kimia Batu Bara | 16 |
| Tabel 3. 3 Persyaratan Mutu Semi Kokas..... | 17 |
| Tabel 3. 4 Sumber Daya dan Cadangan Batubara..... | 18 |
| Tabel 4. 1 Data Komponen dan Berat Molekul | 28 |
| Tabel 4. 2 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> | 29 |
| Tabel 4. 3 Neraca Massa <i>Gyratory Crusher</i> | 29 |
| Tabel 4. 4 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> | 30 |
| Tabel 4. 5 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> | 30 |
| Tabel 4. 6 Neraca Massa <i>Cyclone</i> | 31 |
| Tabel 4. 7 Neraca Massa <i>Black Jaw Crusher</i> | 31 |
| Tabel 4. 8 Neraca Massa <i>Screw Conveyor</i> | 32 |
| Tabel 4. 9 Neraca Massa <i>Heater Tank</i> | 32 |
| Tabel 4. 10 Neraca Massa <i>Double Roll Mixer</i> | 33 |
| Tabel 4. 11 Neraca Massa <i>Screw Conveyor</i> | 33 |
| Tabel 4. 12 Neraca Massa <i>Double Roll Briquette</i> | 34 |
| Tabel 4. 13 Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> | 34 |
| Tabel 4. 14 Neraca Massa <i>Coke Oven Battery</i> | 35 |
| Tabel 4. 15 Neraca Massa <i>Spray Quencher</i> | 37 |
| Tabel 4. 16 Neraca Massa <i>Belt Conveyor</i> | 37 |
| Tabel 4. 17 Neraca Massa <i>Screen</i> | 38 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 18 Neraca Massa <i>Tar Scrubber</i> | 38 |
| Tabel 4. 19 Neraca Massa <i>Decanter</i> | 39 |
| Tabel 4. 20 Neraca Massa <i>Boiler</i> | 39 |
| Tabel 4. 21 Neraca Energi <i>Rotary Dryer</i> | 41 |
| Tabel 4. 22 Neraca Energi <i>Coke Oven Gas</i> | 41 |
| Tabel 4. 23 Neraca Energi <i>Spray Quencher</i> | 41 |
| Tabel 4. 24 Neraca Energi <i>Heater Tank</i> | 41 |
| Tabel 4. 25 Neraca Energi <i>Tar Scrubber</i> | 42 |
| Tabel 5. 1 Spesifikasi Alat <i>Coke Oven Battery</i> | 45 |
| Tabel 5. 2 Spesifikasi Peralatan <i>Rotary Dryer</i> | 48 |
| Tabel 5. 3 Spesifikasi Peralatan <i>Shaking Screen</i> | 49 |
| Tabel 5. 4 Spesifikasi Peralatan <i>Gyratory Crusher</i> | 51 |
| Tabel 5. 5 Spesifikasi Peralatan <i>Blake Jaw Crusher</i> | 52 |
| Tabel 5. 6 Spesifikasi Peralatan <i>Scrubber</i> | 54 |
| Tabel 5. 7 Spesifikasi Peralatan <i>Decanter</i> | 56 |
| Tabel 5. 8 Spesifikasi Peralatan <i>Cyclone</i> | 57 |
| Tabel 5. 9 Spesifikasi Peralatan <i>Double Roll Mixer</i> | 60 |
| Tabel 5. 10 Spesifikasi Peralatan <i>Double Roll Briquette</i> | 62 |
| Tabel 5. 11 Spesifikasi Peralatan <i>Spray Quenching</i> | 64 |
| Tabel 5. 12 Spesifikasi Peralatan Sistem Perpipaan | 66 |
| Tabel 5. 13 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 242 A/B) | 68 |
| Tabel 5. 14 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 252 A/B) | 68 |
| Tabel 5. 15 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 233 A/B) | 69 |
| Tabel 5. 16 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 221 A/B) | 69 |
| Tabel 5. 17 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 254 A/B) | 70 |
| Tabel 5. 18 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 181 A/B) | 70 |
| Tabel 5. 19 Spesifikasi Peralatan Kompresor (G-124 A/B) | 72 |
| Tabel 5. 20 Spesifikasi Peralatan <i>Belt Conveyor I</i> (C-111) | 73 |
| Tabel 5. 21 Spesifikasi Peralatan <i>Belt Conveyor II</i> (C-121) | 74 |
| Tabel 5. 22 Spesifikasi Peralatan <i>Belt Conveyor III</i> (C-151)..... | 74 |
| Tabel 5. 23 Spesifikasi Peralatan <i>Belt Conveyor IV</i> (C-164) | 75 |
| Tabel 5. 24 Spesifikasi Peralatan <i>Bucket Elevator</i> | 77 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 5. 25 Spesifikasi Peralatan <i>Screw Conveyor</i> | 78 |
| Tabel 5. 26 Spesifikasi Peralatan <i>Screw Conveyor</i> | 79 |
| Tabel 5. 27 Spesifikasi Gudang Batu Bara | 80 |
| Tabel 5. 28 Spesifikasi Gudang Semi Kokas | 80 |
| Tabel 5. 29 Kebutuhan Total Air | 83 |
| Tabel 5. 30 Spesifikasi <i>Boiler</i> | 88 |
| Tabel 5. 31 Spesifikasi Kompresor | 88 |
| Tabel 5. 32 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan | 89 |
| Tabel 5. 33 Kebutuhan Listrik Untuk Proses | 90 |
| Tabel 5. 34 Diagram Distribusi Utilitas Air | 90 |
| Tabel 5. 35 Baku Mutu Air Limbah Domestik bagi Kegiatan Industri | 92 |
| Tabel 5. 36 Spesifikasi <i>Desulfurizer</i> | 94 |
| Tabel 5. 37 Instrumensi pada Pabrik Semi Kokas | 99 |
| Tabel 6. 1 Data Kondisi Wilayah Pendirian Pabrik Semi Kokas | 102 |
| Tabel 6. 2 Pembagian Luas Pabrik | 107 |
| Tabel 7. 1 Jadwal Karyawan | 119 |
| Tabel 7. 2 Jumlah Karyawan <i>Non shift</i> dan <i>Shift</i> | 119 |
| Tabel 7. 3 Tingkat Pendidikan Karyawan | 121 |
| Tabel 8. 1 Harga Index..... | 126 |
| Tabel 8. 2 Nilai <i>Direct Cost</i> | 127 |
| Tabel 8. 3 Nilai <i>Indirect Cost</i> | 128 |
| Tabel 8. 4 Total Biaya Produksi..... | 128 |
| Tabel 8. 5 Biaya Produksi Langsung | 128 |
| Tabel 8. 6 Biaya Produksi Tetap | 129 |
| Tabel 8. 7 Biaya Umum | 129 |
| Tabel 8. 8 Total Biaya Produksi | 129 |
| Tabel 8. 9 Nilai <i>Return On Investment (ROI)</i> | 131 |
| Tabel 8. 10 Nilai <i>Pay Out Time (POT)</i> | 132 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pemilihan Proyek

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang sedang berupaya melakukan pembangunan dalam berbagai macam sektor, baik mental atau fisik, termasuk pembangunan dalam bidang industri. Pada proses pembangunan ini tujuan yang ingin dicapai yaitu untuk mewujudkan masyarakat Indonesia yang adil dan makmur secara merata, baik dari segi material atau segi spiritual karena Indonesia memiliki sumber daya alam yang cukup banyak untuk dikelola lebih. Salah satunya yaitu, Indonesia memiliki cadangan batu bara yang cukup melimpah melebihi cadangan minyak bumi. Cadangan batu bara ini diharapkan akan menjadi sumber energi alternatif. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan pembuatan Semi kokas. Hal itu karena kokas merupakan komoditi yang banyak dibutuhkan pada industri saat ini, mulai dari industri skala kecil hingga skala besar.

Sumber daya merupakan nilai potensi yang dimiliki oleh suatu materi atau unsur tertentu dalam kehidupan. Termasuk batu bara dengan jumlah melimpah dan memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan. Data sumber daya dan cadangan batu bara menurut Badan Geologi Kementerian ESDM tahun 2019 disampaikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Sumber Daya dan Cadangan Batu Bara

| No | Daerah | Sumber Daya (Ton) | Cadangan (Ton) |
|----|------------|-------------------|----------------|
| 1 | Kalimantan | 92.548.620.000 | 24.752.940.000 |
| 2 | Kalimantan | 56.180.200.000 | 12.848.520.000 |
| 3 | Papua | 135.840.000 | - |
| 4 | Sulawesi | 74.250.000 | 2.960.000 |
| 5 | Jawa | 62.450.000 | 230.000 |
| 6 | Maluku | 8.220.000 | - |

Sumber : Jurnal Teknologi Mineral dan batubara, 2018.

Melalui data tersebut, sumber daya batu bara melimpah di daerah Kalimantan. Ketersediaan batu bara yang melimpah akan menghasilkan produk Semi kokas yang lebih besar. Kebutuhan produk Semi kokas mengalami kenaikan tiap tahun. Data kebutuhan kokas disampaikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Data Kebutuhan Produk Semi Kokas Tahun 2019-2023

| No | Tahun | Konsumsi (Ton/Tahun) |
|----|-------|----------------------|
| 1 | 2019 | 0 |
| 2 | 2020 | 5.533.107 |
| 3 | 2021 | 5.775.644 |
| 4 | 2022 | 6.032.082 |
| 5 | 2023 | 6.299.907 |

Sumber : Jurnal Teknologi Mineral dan batubara, 2018.

Semi kokas merupakan produk yang dihasilkan dari proses karbonisasi batu bara tanpa adanya kontak dengan udara pada kondisi temperatur 700°C. Pada Proses karbonisasi temperatur rendah biasanya diatur mulai 450 °C - 760 °C sedangkan pada proses karbonisasi dengan menggunakan termperatur tinggi yaitu sekitar 900 °C - 1050 °C (AISE Steel Foundation, 1999).

Indonesia termasuk dalam kelompok negara berkembang sehingga produksi batubara lebih banyak melakukan ekspor daripada impor. Selain diekspor, produk batu bara dapat digunakan sebagai konsumsi oleh PLTU (PLN) sebesar 80% dan 20% lainnya digunakan oleh industri seperti metalurgi, pabrik semen, keramik, dan petrokimia (APBI, 2020).

Data impor dan ekspor Semi kokas tahun 2016-2020 disampaikan pada Tabel 1.3. Berdasarkan data tersebut, impor Semi kokas fluktuatif, namun cenderung mengalami kenaikan tiap tahun. Begitu pula dengan ekspor semi kokas juga fluktuatif, namun pada tahun 2019 dan 2020 jumlah ekspor meningkat pesat dari tahun sebelumnya. Dalam hal ini jumlah impor Semi kokas lebih besar dibandingkan dengan jumlah ekspor sehingga kebutuhan produk semi kokas terpenuhi dari impor.

Tabel 1. 3 Data Impor dan Ekspor Produk Semi Kokas Tahun 2016-2020

| No. | Tahun | Ekspor (Ton/Tahun) | Impor (Ton/Tahun) |
|-----|-------|--------------------|-------------------|
| 1 | 2016 | - | 547.997,79 |
| 2 | 2017 | - | 364.572,28 |
| 3 | 2018 | 90.003,87 | 552.933,38 |
| 4 | 2019 | 208.462,71 | 621.800,18 |
| 5 | 2020 | 397.170,46 | 936.317,85 |

Sumber : Badan Pusat Statistik 2020

Berdasarkan data Tabel 1.3, menyatakan bahwa untuk memenuhi kebutuhan produk Semi kokas dalam negeri, pendirian pabrik semi kokas memiliki peluang yang cukup besar. Hal itu dapat dilihat dari faktor sumber daya batu bara di Indonesia yang cukup melimpah. Selain itu, pendirian pabrik ini dapat memberikan dampak baik untuk negara yaitu menambah devisa negara, mengurangi impor, dan mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

1.2 Tujuan Pelaksanaan Proyek

Tujuan dari pelaksanaan proyek pra-rancangan pabrik Semi kokas adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui gambaran proses dan alat-alat yang akan digunakan.
2. Menghitung dimensi dan menetapkan spesifikasi alat yang digunakan.
3. Mengetahui jenis dan jumlah kebutuhan bahan baku dan hasil produk.
4. Mengetahui besarnya utilitas yang dibutuhkan pada proses produksi.
5. Mengetahui parameter ekonomi seperti *Internal Rate of Return*, *Break Even Point*, *Return On Investment*, dan *Pay Out Time* untuk menilai kelayakan proyek.

1.3 Analisis Pasar

Analisis pasar terdiri dari analisis pasar dalam negeri dan luar negeri. Untuk pasar dalam negeri disampaikan pada Lampiran A mengenai konsumsi semi kokas di Indonesia. Data konsumsi semi kokas tahun 2016-2020 menunjukkan kenaikan tiap tahun. Berdasarkan data tersebut, diperkirakan jumlah konsumsi semi kokas pada tahun 2023 sebesar 6.299.907 Ton/Tahun. Data

produsen Semi kokas di Indonesia disampaikan pada tabel berikut. Berdasarkan tabel tersebut total produksi Semi kokas sebesar 352.000 Ton/Tahun yang diproduksi oleh PT Megah Energi Khatulistiwa. Dengan kapasitas tersebut, produsen domestik belum memenuhi kebutuhan Semi kokas di Indonesia.

Tabel 1. 4 Produsen Semi Kokas di Indonesia

| No. | Perusahaan | Lokasi | Kapasitas (Ton/Tahun) |
|------------|------------------------------|---------------|----------------------------------|
| 1. | PT Megah Energi Khatulistiwa | Kalimantan | 325.000 |
| Total | | | 325.000 |

Sumber : Direktorat Jenderal Mineral dan Batu Bara, 2020

Analisis pasar luar negeri berdasarkan data impor dan ekspor pada Tabel 1.1. Jumlah ekspor Semi kokas meningkat pesat meskipun sebelumnya sangat fluktuatif sehingga membuka peluang di pasar luar negeri dan menekan jumlah impor. Impor menyebabkan persaingan industri dalam negeri dan menambah tingkat pengangguran. Ketergantungan impor juga mengakibatkan industri dalam negeri tidak dapat berkembang karena persaingan global. Oleh karena itu, terdapat peluang membangun pabrik semi kokas yang baru. Selain itu jika dilihat dari segi kompetitornya, pabrik yang memproduksi semi kokas ini yaitu PT Megah Energi Khatulistiwa pada tahun 2019 yang memiliki kapasitas 325.000 ton/tahun yang berada di Pulau Kalimantan, sedangkan pabrik yang didirikan ini memiliki kapasitas 960.000 ton/tahun yang akan beroperasi tahun 2023 di Pulau Kalimantan. Jika dilihat dari kapasitasnya pabrik ini lebih banyak produk Semi kokas yang dihasilkan daripada PT Megah Energi Khatulistiwa sehingga nilai jualnya juga lebih besar pabrik kami.

1.4 Kegunaan produk

Pembuatan Semi kokas dari bahan batu bara menggunakan proses karbonisasi menghasilkan produk samping seperti *tar*, dan *Coke Oven Gas (COG)* yang memiliki kegunaannya masing-masing seperti :

1. Semi kokas

Semi kokas pada *blast furnace* digunakan sebagai reduktor dalam pembuatan baja. Selain itu, digunakan sebagai pemasok energi untuk terjadi reaksi kimia, dan sebagai penopang beban terutama di daerah yang lebih rendah ketika logam meleleh sehingga memberikan permeabilitas bagi gas untuk melewati lapisan yang padat (Sitorus, 2016).

Semi kokas merupakan produk yang terbuat dari batu bara dengan proses karbonisasi. Proses karbonisasi pada pembuatan semi kokas ini sekitar 700 °C, untuk fungsi dari semi kokas ini umumnya digunakan dalam pembuatan nikel dalam *rotary klin*. Untuk nilai kalori dari Semi kokas yaitu sebesar 33.4 /kg.

2. Tar

Sebagai bahan bakar dalam mesin kapal dan bahan bakar pada beberapa *steam power station* (Salsabila, 2019). Produksi samping dari pembuatan *MFO* adalah aspal yang dapat digunakan sebagai pengikat agregat material yang untuk konstruksi lapisan jalan (Sukirman, 2003).

3. Coke Oven Gas

Coke Oven Gas (COG) digunakan sebagai bahan bakar pemanas *boiler* untuk memutar turbin uap sehingga menghasilkan listrik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan operasional produksi pabrik (Zhang, 2013).

1.5 Analisis Keuntungan Kotor (*Gross Profit Margin*)

Analisis keuntungan kotor proyek ini menggunakan harga produk dan bahan baku. Data jumlah dan harga bahan baku serta produk Semi kokas disampaikan pada tabel berikut.

Tabel 1. 5 Jumlah dan Harga Bahan Baku Pada Produksi Semi kokas

| Bahan baku (%) | Bahan | Jumlah (Ton) | Harga (US\$/Ton) | Harga (Rp/Ton) | Biaya (Rp) |
|----------------|-----------|--------------|------------------|----------------|-------------------|
| 100 | Batu Bara | 2.565.770 | 115.53 | 1.451.700 | 3.724.729.361.962 |
| Total | | | | | 3.724.729.361.962 |

Sumber : Kementrian ESDM, 2020

Tabel 1. 6 Jumlah dan Harga Produk Pada Produksi Semi kokas

| Produk (%) | Bahan | Jumlah (Ton) | Harga (US\$/Ton) | Harga (Rp/Ton) | Pendapatan (Rp) |
|------------|------------|--------------|------------------|----------------|-------------------|
| 69,86 | Semi kokas | 960.000 | 300 | 3.629.250 | 4.180.896.000.000 |
| 30,14 | Tar | 496.958 | 250 | 4.355.100 | 1.803.586.451.529 |

Sumber : Alibaba.com, 2021

Perhitungan analisis keuntungan kotor disampaikan pada Lampiran B. Berdasarkan perhitungan tersebut, keuntungan kotor pabrik semi kokas adalah Rp 2.259.753.089.567/ton. Margin keuntungan kotor adalah 37,76%.

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

2.1 Jenis-jenis Proses

Secara umum proses produksi Semi Kokas yaitu proses karbonisasi. Proses karbonisasi merupakan proses utama dalam pembuatan produk Semi Kokas, yaitu tahapan pemecahan karbon. Bahan baku yang mengandung karbon didekomposisi termal untuk memisahkan bahan non karbon yang terkandung dalam bahan baku sehingga sebagian besar yang tersisa dalam bahan baku adalah karbon. Karbonisasi meliputi proses perombakan batu bara dengan keadaan anaerob (tanpa oksigen) pada temperatur rendah 459-700°C dan pada temperatur tinggi 900-1200°C. Pada proses karbonisasi menghasilkan material padat dan berpori yang merupakan residu proses karbonisasi disebut kokas atau arang (Tsai, 1980). Material padat terdiri atas Semi Kokas yang terbentuk dari batu bara yang yang tidak mengalami pematangan dan Kokas yang berasal dari batu bara yang telah mengalami pematangan. Proses karbonisasi ini dilakukan dalam kondisi *inert* untuk menguapkan sebagian besar bahan non karbon. Selain bahan non karbon, sebagian karbon akan ikut menguap karena bahan non karbon terikat dalam rantai karbon, yaitu berupa CO, CO₂, dan hidrokarbon ringan yang berupa gas (Gavalas, 1982). Proses produksi Semi Kokas dapat dilakukan dengan beberapa proses sehingga diperlukan seleksi untuk mendapatkan hasil yang optimal.

2.1.1 Heat Recovery System

Dalam pembuatan kokas menggunakan metode heat recovery, semua kandungan volatil dalam batubara dibakar di dalam oven untuk menyuply panas yang dibutuhkan untuk proses pembuatan kokas. Oven adalah desain horizontal dan beroperasi di bawah tekanan rendah. Udara pembakaran primer dimasukkan melalui pipa di pintu oven yang membakar sebagian kandungan volatil di ruang oven. Udara sekunder dimasukkan ke dalam satu-satunya cerobong asap, yang berjalan secara kontinyu di bawah lapisan batubara. Desain cerobong asap dan kontrol aliran udara memungkinkan laju kokas di bagian atas dan bawah unggun

batubara menjadi seimbang. Dalam oven terjadi pemulihan panas, karena suhu yang dihasilkan semua hidrokarbon dan produk sampingan dibakar di dalam oven (Coke oven gas dan tar). Gas panas yang dibuang melewati cerobong gas limbah ke pembangkit uap pemulihan panas, untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi yang diproduksi secara baik yang bertujuan untuk pemanasan atau pembangkit listrik. Gas limbah dingin dibersihkan di pabrik desulfurisasi gas buang sebelum dibuang ke atmosfer (Towsey, 2001).

Pemanasan secara langsung dalam tungku *Beehive* yang berbentuk kubah. Tungku *Beehive* merupakan tungku yang paling tua dimana batu bara dibakar pada kondisi udara terbatas sehingga hanya zat terbang saja yang akan terbakar. Jika zat terbang terbakar habis maka proses pemanasan dihentikan. Kelemahan proses ini yaitu terdapat produk samping berupa gas dan cairan yang tidak dapat dimanfaatkan atau habis terbakar, serta memiliki produktivitas sangat rendah.

2.1.2 *By-Product Process*

Pembuatan kokas menggunakan *By-product process* karena zat yang mudah menguap yang terbentuk selama proses pembuatan kokas kemudian dimurnikan menjadi produk samping. Perbedaan yang signifikan pada proses produksi kokas menggunakan sistem ini adalah pada prosesnya tidak menggunakan oksigen (non-pengoksidasi). Hal ini bertujuan agar gas volatil pada kandungan kokas tidak ikut terbakar oleh api sehingga dapat dimanfaatkan ulang menjadi produk samping. Tekanan tinggi di dalam oven chamber mencegah masuknya udara dan pembakaran berikutnya dari bahan yang mudah menguap. Oven biasanya tingginya berkisar dari 4m hingga 8m. Konstruksi oven kokas biasanya disebut *Coke Oven Battery* terdapat cerobong yang kompleks yang penting untuk mempertahankan suhu tinggi dan konstan di seluruh baterai. Kandungan volatil yang biasa disebut *Coke Oven Gasa* dikeluarkan selama proses produksi melewati kolektor utama pabrik untuk dijadikan produk samping. Salah satu produk samping lainnya yaitu berupa Tar. Tar harus dikondensasi dengan mendinginkan gas mentah dengan cairan pembilasan dan kemudian dalam pendingin primer. Gas tersebut diolah lebih lanjut, menghasilkan produk

sampingan tambahan termasuk, minyak ringan, naftalena, amonium sulfat dan belerang tergantung pada permintaan pasar. Gas yang dibersihkan, yang dikenal sebagai *Coke Oven Gas* (COG), biasanya disimpan dalam penampung gas dan ditingkatkan tekanannya untuk digunakan di sekitar pabrik baja sebagai bahan bakar pemanas atau gas pereduksi (Towsey, 2001).

Pemanasan tak langsung disebut juga sistem destilasi kering. Dalam hal ini, batu bara ditempatkan pada ruang tegak sempit dan dipanaskan dari luar dengan pemanasan tak langsung. Dengan menggunakan proses ini, diperoleh produk kokas sebagai produk utama dan produk samping berupa tar, amoniak, gas metana, gas hidrogen dan gas lainnya. Gas-gas tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar sedangkan produk cair berupa tar, amoniak, dan lainnya dapat diproses lebih lanjut untuk menghasilkan bahan-bahan kimia, umumnya berupa senyawa aromatik.

2.2 Pemilihan Proses

Pemilihan proses produksi di dalam industri lazim dikenal dengan istilah *tool engineering* yang didefinisikan sebagai *a specialized branch of engineering devoted primarily to planning the processes of economic manufacture*. Menurut (Arif, 2017), terdapat beberapa pertimbangan harus dibuat seperti :

1. Penentuan macam atau tipe teknologi dari mesin perkakas yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan.
2. Penentuan *raw material* terbaik untuk menghasilkan produk yang dikehendaki.
3. Penentuan *rate of return* dari capital yang ditanamkan.

(Arif, 2017).

2.2.1 Perbandingan Proses

Berdasarkan pertimbangan dari segala aspek baik spesifikasi produk, spesifikasi peralatan, fleksibilitas dan efektivitas baik teknis dan ekonomis serta berdasarkan uraian proses pada sub bab 2.1.1-2.1.2 maka ditentukan seleksi proses seperti disampaikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Seleksi Pemilihan Proses

| No | Parameter | Variasi Proses | | | |
|-------------|----------------------------|-----------------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | | Proses 1 | Nilai | Proses 2 | Nilai |
| 1 | Aspek Teknis | | | | |
| | a. Proses | <i>Heat Recovery System</i> | 80 | <i>By Product process</i> | 100 |
| | b. Produk | Semi Kokas | 50 | Semi Kokas, Tar, Coke Oven Gas | 100 |
| 2 | Kondisi Operasi | | | | |
| | a. Temperatur | Susah untuk diatur | 70 | Lebih mudah diatur | 90 |
| | b. Tekanan | Tekanan tinggi | 80 | Tekanan lebih rendah | 90 |
| | c. Waktu Operasi | 8 - 10 jam | 100 | 13 - 18 jam | 70 |
| 3 | Modal dan Bahan Baku | | | | |
| | a. Bahan Baku | Batubara | 100 | Batubara | 100 |
| | b. Ketersediaan Bahan Baku | Dalam negeri | 100 | Dalam negeri | 100 |
| | c. Jumlah yang Dibutuhkan | Terpenuhi | 100 | Terpenuhi | 100 |
| 4 | Aspek Ekonomi | | | | |
| | a. Investasi | Besar | 60 | menengah | 80 |
| 5 | Dampak Lingkungan | Menengah | 60 | Kecil | 80 |
| Nilai Total | | 800 | | 910 | |

2.2.2 Gambaran Proses Karbonisasi

Berdasarkan data perbandingan proses pembuatan Semi Kokas pada Tabel 2.1 maka proses pembuatan Semi Kokas yang paling efektif menggunakan *By-product process*. Adapun kelebihan dari *By-product process* adalah menghasilkan Semi Kokas sebagai produk utama dan produk samping berupa Tar dan *Coke Oven Gas* (COG). Selain itu, pengolahan *Coke Oven Gas* pada proses ini lebih mudah karena gas yang dihasilkan tidak tercampur dengan zat terbang aspal.

Proses pembuatan Semi Kokas dari batu bara dilakukan dengan cara batu bara dihancurkan terlebih dahulu menggunakan *black jaw crusher* hingga ukuran (8 mesh). Setelah itu kadar air dikurangi hingga 10% menggunakan *rotary dryer*. Selanjutnya menuju *double roll mixer* untuk dicampur dengan tar dengan perbandingan 90% batubara dan 10% tar. Kemudian campuran tersebut dicetak menjadi briket pada *double roll briquette*. Lalu dilakukan proses karbonisasi pada temperatur 700°C menggunakan *coke oven battery* selama 18 jam. Produk Semi Kokas yang dihasilkan segera didinginkan pada *spray quencher* untuk mencegah Semi Kokas terbakar. Kemudian dilakukan *screening* untuk memisahkan *under size* dan *upper size* Semi Kokas.

Waktu yang diperlukan pada proses Batu Bara menjadi Semi Kokas yaitu selama 24 jam dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2.2 Waktu Proses

| Alat | Waktu |
|------------------------------|---------------|
| <i>Gryatory Crusher</i> | 1 jam |
| <i>Rotary Dryer</i> | 1 jam |
| <i>Jaw Crusher</i> | 1 jam |
| <i>Double Roll Mixer</i> | 1 jam |
| <i>Double Roll Briquette</i> | 1 jam |
| <i>Coke Oven Battery</i> | 18 jam |
| <i>Spray Quencher</i> | 1 jam |
| Total | 24 jam |

2.3 Deskripsi Proses

Perancangan pabrik Semi Kokas dengan bahan baku batu bara dengan karbonisasi. Pada tahap ini terjadi dua tahap proses yaitu, proses karbonisasi pada suhu 700°C dan proses *quenching* (pemadaman Semi Kokas) pada suhu 120°C. Tahapan proses mulai dari bahan baku hingga menjadi produk akhir diantaranya :

1. Tahapan persiapan bahan baku
2. Tahapan karbonisasi dan *Quenching* (pemadaman Semi Kokas)
3. Tahapan analisis Semi Kokas (kelembapan atau kadar air, kadar abu, zat terbang, dan karbon padat)
4. Tahapan pemisahan produk

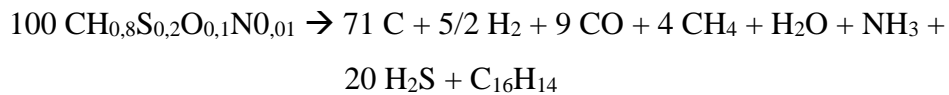
2.3.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan di dalam proses ini adalah batu bara. Tahap pertama yaitu batu bara basah dilakukan pengayakan guna untuk mensortir ukuran batu bara dengan menggunakan alat *shaking screen*. Kemudian dilakukan pengeringan untuk mengurangi kadar air dengan menggunakan suhu kurang lebih 150°C pada alat *rotary dryer*. Selanjutnya yaitu memperkecil ukuran batu bara kering (keluaran *rotary dryer*) dengan cara penggerusan untuk disesuaikan butiran optimal untuk pembriketan dengan menggunakan alat *raymand mill*. Selanjutnya yaitu melakukan proses pencampuran. Pada proses ini membuat adonan briket batu bara dengan menggunakan alat *double roll mixer* dengan *scraper* dan *jacket* pemanas yaitu dengan mencampurkan serbuk batu bara kering dengan tar encer pada kondisi operasi 40°C. Tahapan terakhir yaitu pembriketan dengan menggunakan alat *double roll briquetting machine*. Tujuan dari tahapan ini yaitu membuat butiran batu bara menjadi besar sehingga ideal untuk dilanjutkan ke proses karbonisasi sehingga dari proses ini akan dihasilkan briket batu bara.

2.3.2 Tahapan Karbonisasi dan *Quenching* (Pemadaman Semi Kokas)

Pada tahapan proses karbonisasi yaitu dengan memasukkan briket batu bara yang ukurannya sudah sesuai ke dalam *Coke Oven Battery*. Pada alat ini terjadi proses udara panas yang dihembuskan dari arah bawah sehingga Pada proses ini kalsinasi dilakukan dengan cara mengumpankan gypsum pada bagian atas sehingga umpan yang dimasukkan berlawanan arah (Wiyono, 2012).

Karbonisasi sendiri merupakan proses pembakaran batu bara tanpa adanya aliran oksigen. Proses ini biasanya dapat dilakukan dengan temperatur rendah ($<700^{\circ}\text{C}$), temperatur sedang ($700-900^{\circ}\text{C}$), atau menggunakan temperatur tinggi ($>900^{\circ}\text{C}$). tujuan dilakukan pemanasan dengan kondisi operasi berbeda yaitu untuk mendapatkan beragam produk yang disebabkan oleh perbedaan perubahan fisik selama proses pemanasan batu bara berlangsung (Yustanti & Muda, 2011). Fungsi dari proses karbonisasi sendiri yaitu untuk menurunkan kadar air, zat terbang dan menaikkan kadar karbon padat. Reaksi yang terjadi didalam *Coke Oven Battery*.



Suhu reaksi dijaga kurang lebih 700°C untuk mendapatkan hasil Semi Kokas dengan kadar *volatile meter* 7% berupa granular dengan diameter +/- 3 cm. karena salah satu parameter untuk mengetahui kualitas Semi Kokas adalah dengan mengetahui kadar *volatile meter*. *Volatile meter* (kadar zat terbang) merupakan hasil dekomposisi dari zat-zat penyusun arang akibat proses pemanasan selama pengarangan. Kadar zat terbang akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu karbonisasi dan waktu karbonisasi. Hal ini karena terdapat penguraian senyawa non karbon yang tidak sempurna selama proses karbonisasi (Brotowati, 2018).

Selain *volatile meter*, kadar karbon tetap juga menjadi parameternya. Kadar karbon merupakan jumlah karbon murni yang terkandung di dalam arang. Dalam hal ini semakin tinggi suhu yang digunakan pada proses karbonisasi akan berpengaruh pada kualitas dari arang, termasuk pada kadar karbon tetap atau karbon terikat. Kenaikan kadar karbon seiring dengan peningkatan suhu karbonisasi. Akan tetapi ketika suhu karbonisasi yang terlalu tinggi cenderung merusak dinding-dinding pori karbon sehingga karbon yang terbentuk semakin sedikit. Oleh karena itu pada proses ini perlu dilakukan pemadaman Semi Kokas atau disebut dengan *quenching* yaitu menyemprotkan uap air pada temperatur berkisar 120°C . Tujuan dari proses ini yaitu untuk mencegah pembakaran Semi Kokas pada saat keluar dari tungku karbonisasi (Brotowati, 2018).

2.3.3 Tahapan Analisis Semi Kokas

Sebelum masuk ketahapan pemisahan produk, produk Semi Kokas melalui tahapan analisis terlebih dahulu. Adapun parameter dari produk Semi Kokas adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Kualitas Semi Kokas

| Parameter | Basis | <5 mm | 5-15 mm | >15 mm |
|------------------------|--------------------------|--------|---------|--------|
| Total Kelembapan | <i>As Received Basis</i> | 16,00% | 16,00% | 12,00% |
| Kadar Abu | <i>Dry Basis</i> | 14,00% | 11,00% | 11,00% |
| <i>Volatile matter</i> | <i>Dry Basis</i> | 11,00% | 7,00% | 7,00% |
| Karbon Tetap | <i>Dry Basis</i> | 75,00% | 82,00% | 82,00% |
| Total Sulfur | <i>Dry Basis</i> | 0,5% | 0,5% | 0,5% |
| Fosfat | <i>Dry Basis</i> | 0,025% | 0,025% | 0,025% |

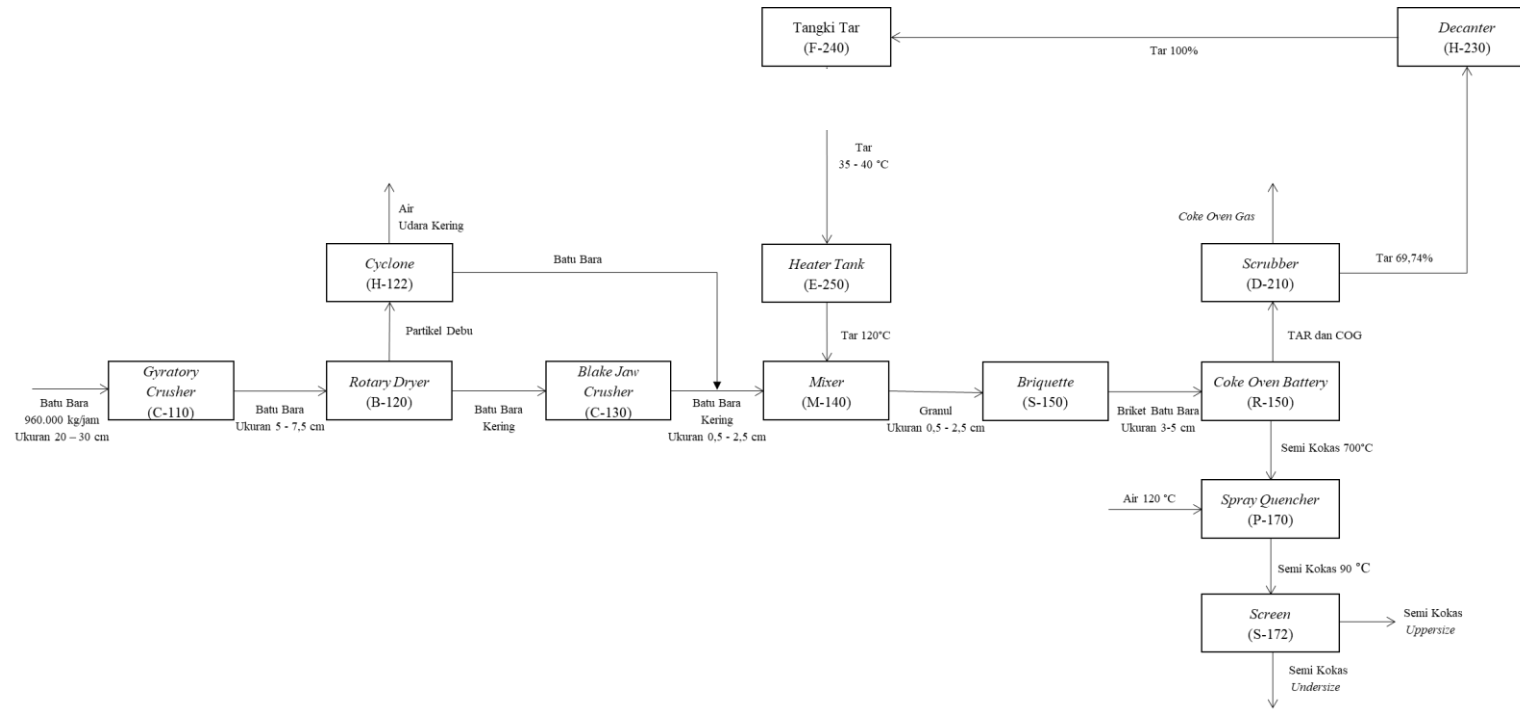
Sumber : Suprajani, 2021

2.3.4 Tahapan Pemisahan Produk

Setelah tahap analisis akan diketahui kualitas dari produk yang dihasilkan. Setiap produk memiliki parameter sebagai produk utama. Dalam proses produksi tidak semua bahan baku akan terkonversi menjadi sebuah produk utama, akan tetapi dihasilkan produk lain yang biasa disebut produk samping. Setelah tahap analisis, dilakukan tahap pemisahan produk utama dengan produk samping. Dalam hal ini hasil dari proses karbonisasi produk yang sesuai dengan parameter telah disampaikan pada Tabel 2.2.

Produk yang sudah diolah dilanjutkan ke *spray quencher* dan *screening* untuk ditampung pada gudang produk Semi Kokas sedangkan produk Produk semi kokas yang telah memenuhi parameter dilanjutkan menuju *horizontal quenching* dan *screening* untuk ditampung pada gudang produk semi kokas. Produk samping berupa Tar dan *Coke Oven Gas* (COG) dipisahkan di dalam *scrubber*. Cairan Tar sebagian dialirkan menuju *decanter* untuk dimurnikan lalu menuju tangki penyimpanan dan sebagian dialirkan menuju tangki pemanas sebagai bahan campuran pada *Double Roll Mixer*. Produk samping lain yaitu *Coke Oven Gas* masuk ke desulfurizer untuk dimurnikan dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar (Salsabila, 2019).

Berikut merupakan diagram alir proses pembuatan Semi kokas.



Gambar 2. 1 Proses Produksi Semi kokas

BAB III DASAR PERANCANGAN

3.1 Kapasitas Pabrik

Salah satu faktor utama yang harus diperhatikan dalam pendirian pabrik semi kokas adalah kapasitas produksi. Kapasitas produksi pabrik ditentukan dengan memperhatikan segi teknis, finansial, ekonomis, dan kapasitas minimal sehingga pabrik dapat beroperasi dengan baik dan dengan nilai ekonomis yang tinggi. Pabrik Semi Kokas ini direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2023 dengan mengacu pada kebutuhan nasional.

Berdasarkan Tabel 1.2 mengenai data konsumsi dan produksi semi kokas serta Tabel 1.3 mengenai data impor dan ekspor semi kokas dapat diperkirakan kapasitas pabrik semi kokas pada tahun 2023 dengan melakukan perhitungan secara matematis dan proyeksi terhadap data impor, ekspor, produksi dan konsumsi. Hasil perhitungan tersebut disampaikan pada Lampiran A. Ringkasan hasil perhitungan kapasitas produksi tahun 2023 disampaikan pada Tabel 3.1. Pabrik ini merupakan pabrik Semi Kokas baru yang merupakan bagian dari PT. Wahana Baratama Mining .

Tabel 3.1 Proyeksi Kapasitas Produksi Semi Kokas Tahun 2023

| Data | Jumlah (Ton/Tahun) |
|----------------|---------------------------|
| Produksi (M1) | 352.000 |
| Impor (M2) | 1.630.437,17 |
| Kapasitas (M3) | 8.052.143,65 |
| Ekspor (M4) | 3.734.673,82 |
| Konsumsi (M5) | 6.299.907 |

Berdasarkan Tabel 3.1 dapat diketahui bahwa proyeksi produksi semi kokas pada tahun 2023 sebesar 352.000 ton/tahun. Impor sebesar 1.630.437,17 ton/tahun. Ekspor 3.734.673,82 ton/tahun. Konsumsi 6.299.907 ton/tahun. Oleh karena itu, diketahui kapasitas produksi dengan proyeksi tahun 2023 sebesar 8.052.143,65 ton/tahun. Pra perancangan pabrik semi kokas ini ditetapkan pada tahun 2023 yaitu sebesar 960.000,00 ton/tahun. Pertimbangan pemilihan jumlah kapasitas diantaranya:

1. Memenuhi kebutuhan semi kokas dalam negeri karena rata-rata terjadi peningkatan konsumsi setiap tahun.
2. Mengurangi ketergantungan impor semi kokas dari luar negeri sehingga meningkatkan devisa negara.
3. Sebagai pabrik hilir yang mengolah batu bara dan semi kokas.

3.2 Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi semi kokas adalah batu bara dengan jenis *Bituminous*. Batu bara *Bituminous* merupakan bahan bakar yang ketersediaannya melimpah di bumi. Batu bara *Bituminous* berwarna hitam dan memiliki kalor berkisar antara 24.423 hingga 32.564 kJ/kg. kandungan karbon 69% hingga 86%, kadar air 2% hingga 15%, dan kadar volatil 15% hingga 45%. Kandungan air dan volatil pada batu bara *Bituminous* lebih rendah daripada batu bara jenis lain (Grammelis, 2016).

Sifat fisik dan kimia bahan baku batu bara didasarkan pada karakteristik produk PT. Wahana Baratama Mining yang disampaikan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Sifat Fisik dan Kimia Batubara

| Parameter | Satuan | |
|-----------------------|---------------|--------------|
| <i>Calories</i> | GAD | 6119 Kcal/Kg |
| <i>Ash</i> | ADB | 8.0% |
| <i>Total Moisture</i> | ARB | 7.2% |
| <i>Fixed Carbon</i> | ADB | - |
| <i>Total Sulfur</i> | ADB | 0.6% |

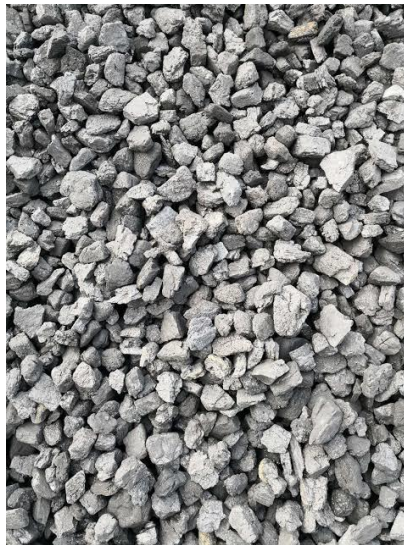
Sumber : PT Wahana Baratama Mining , 2021

3.3 Produk

Secara umum batu bara diproses menjadi kokas. Kokas merupakan produk yang terbuat dari batu bara dengan proses karbonisasi. Proses karbonisasi pada pembuatan kokas perlu mencapai 1000 °C, untuk fungsi dari kokas ini umumnya digunakan dalam pembuatan besi dalam blast furnace. Untuk nilai kalori dari kokas yaitu sebesar 7481 kcal/kg. Namun pada saat ini sedang maraknya pembuatan produk semi kokas. Produk utama pabrik ini merupakan semi kokas. Semi kokas merupakan produk yang terbuat dari batu bara dengan proses karbonisasi. Proses karbonisasi pada pembuatan semi kokas ini sekitar 700 °C,

untuk fungsi dari semi kokas ini umumnya digunakan dalam pembuatan nikel dalam rotary klin. Untuk nilai kalori dari semi kokas yaitu sebesar 6711 kcal/kg. Semi kokas merupakan residu padat yang diperoleh melalui karbonisasi batu bara dengan suhu karbonisasi relatif rendah (dibawah 700 °C). Secara umum semi kokas lebih lembut dan lebih rapi jika dibandingkan dengan kokas dari karbonisasi pada suhu yang lebih tinggi. Semi kokas memiliki ciri-ciri seperti warna hitam muda, ditandai dengan karbon tetap tinggi, ketahanan spesifik tinggi, aktivitas kimia tinggi, kadar abu rendah, sulfur rendah dan fosfor rendah, selain itu juga semi kokas menghasilkan api tanpa asap yang mana ini dapat digunakan sebagai bahan bakar domestic (rxcarbons.com).

Semi kokas merupakan jenis kokas yang digunakan sebagai bahan bakar. Semi kokas memiliki kandungan abu yang rendah, sulfur yang rendah dan juga memiliki nilai kalor yang tinggi (Pintowantoro, 2021). Menurut bentuknya, bahan semi-kokas dibagi menjadi bahan besar semi kokas, bahan menengah semi-kokas, bahan kecil semi-kokas, dan permukaan fokus semi-kokas.



Gambar 3.1. Semi Kokas

Ringkasan spesifikasi persyaratan mutu semi kokas yang sudah tersertifikasi ISO 9001 disampaikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Nilai Kalor Semi Kokas

| <i>Temperature</i> (°C) | 400 | 500 | 600 | 700 |
|-----------------------------------|--------|---------|---------|--------|
| <i>Fixed Carbon</i> | 63,87% | 84,95% | 92,32% | 93,07% |
| <i>Calorific Value</i> (MJ/kg) | 33,70 | 33,70 | 34,77 | 34,82 |
| <i>Volatile</i> | 36,13% | 15,05% | 7,68% | 6,93% |
| <i>Ash</i> | 10 % | 11,41 % | 12,71 % | 13,18% |
| <i>Moisture</i> | 0,51% | 0,72% | 0,58 % | 0,98 % |

Sumber : J. Cent. South Univ. (2015) 22: 2914–2921

3.4 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam pendirian pabrik karena berkaitan langsung dengan nilai ekonomi pabrik yang akan didirikan. Lokasi pabrik yang baik harus dapat memberikan kemungkinan perluasan atau peningkatan pabrik. Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik Semi Kokas yang akan didirikan pada tahun 2023 berlokasi di daerah Sungai Cuka, Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan. Secara geografis, Kabupaten Tanah Laut 3°30'33" sampai dengan 4°11'38" Lintang Utara dan 114°30'20" sampai dengan 115°23'31" Bujur Timur. Batas-batas wilayahnya meliputi:

1. Sebelah Utara dengan Kota Banjarbaru
2. Sebelah Timur dengan Kecamatan Satui, Kabupaten Tanah Bumbu.
3. Sebelah Selatan dengan Laut Jawa
4. Sebelah Barat dengan Laut Jawa

Dasar pertimbangan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

1. Ketersediaan bahan baku
Bahan baku pabrik Semi Kokas yaitu Batubara yang diperoleh dari PT Wahana Baratama Mining. Pada tahun 2019 PT Wahana Baratama Mining memproduksi batubara sebesar 2.000.000 ton/tahun. Cadangan Batu bara PT Wahana Baratama Mining sebesar 95.000.000 ton .Keuntungan letak pabrik dekat dengan bahan baku yaitu terjaminnya kemandirian arus bahan baku, tingkat kerusakan bahan baku kecil, dan ongkos transportasi bahan baku murah.

2. Tersedianya lahan produktif
Lahan yang tersedia diharapkan dapat dilakukan perluasan atau memperbesar pabrik untuk tahun mendatang. Pada tahun 2021, harga tanah di Kabupaten Tanah Laut yaitu Rp.1.500.000 ,-/m².
3. Transportasi
Kabupaten Tanah Laut memiliki sarana transportasi darat dan laut. Sarana transportasi darat meliputi jalan raya Trans Kalimantan dan Stasiun Panggung, sarana transportasi laut terdekat yaitu Pelabuhan Pelindo. Hal tersebut memudahkan dalam pengangkutan peralatan pabrik selama masa konstruksi, bahan baku, dan distribusi produk hasil produksi sehingga dapat memperkecil biaya investasi.
4. Pemasaran
Pemasaran semi kokas sangat strategis karena berada di dekat konsumen dalam bidang pengolahan baja seperti pada wilayah Tanah Laut yaitu PT.Meratus Jaya Iron & Steel
5. Tenaga kerja dan tenaga ahli
Tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah setempat sekitar pabrik dengan berbagai standar yang telah ditetapkan dan tenaga ahli dapat diperoleh dari Kabupaten Tanah Laut atau dari berbagai Universitas dan Institusi yang ada di daerah Kalimantan Selatan atau luar daerah.
6. Kebutuhan air
Air yang dibutuhkan diperoleh berasal dari Daerah Aliran Sungai Kintap dan dilakukan pemrosesan terlebih dahulu. Air digunakan dalam kebutuhan proses, sarana utilitas, dan kebutuhan domestik.
7. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar
Tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang penting dalam pendirian suatu pabrik. Kebutuhan tenaga listrik diperoleh dari PLN setempat atau pembangkit listrik yang dibangun khusus untuk

keperluan sendiri. Bahan bakar gas alam diperoleh dari pasokan gas dapat diperoleh dengan teknologi gasifikasi dari batubara ke gas.

8. UMK (Upah Minimum Kota)

Upah Minimum Kota (UMK) Tanah Laut pada tahun 2021 cukup rendah dibandingkan dengan beberapa wilayah di Indonesia yaitu sebesar Rp.3.000.083,- perbulan dengan standar tujuh jam kerja dalam sehari atau 40 jam kerja dalam seminggu.

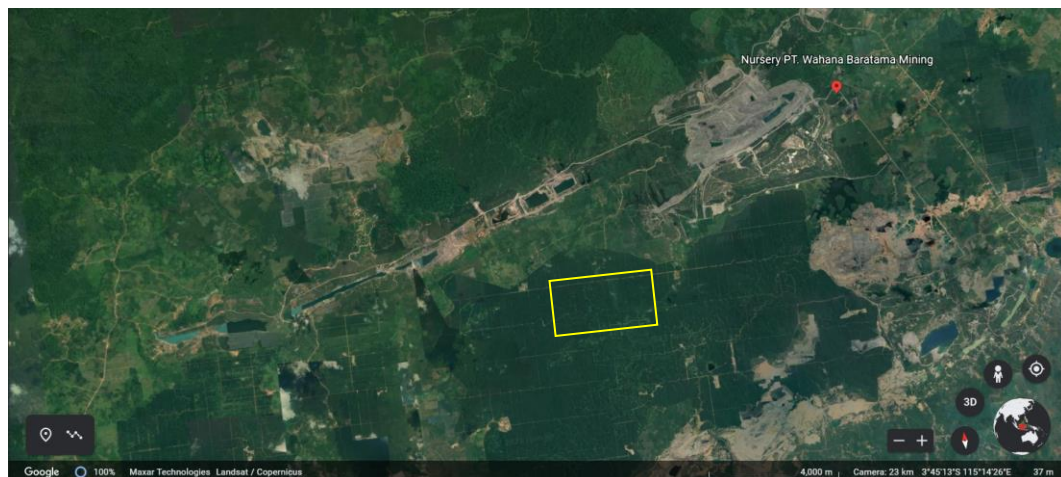
9. Iklim

Kabupaten Tanah Laut mempunyai iklim yaitu iklim tropis. Pada lokasi pendirian pabrik, iklim mempengaruhi konstruksi pabrik sehingga dapat dilakukan desain sedemikian rupa sehingga iklim tidak mempengaruhi kelancaran produksi.

10. Peraturan Daerah dan Keberadaan Masyarakat

Tidak mengganggu dan menjadi hambatan dalam pendirian, berjalannya dan berkembangnya pabrik.

Peta lokasi perencanaan proyek pabrik Semi Kokas disampaikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Pendirian Pabrik

3.5 Aspek Keselamatan

Dalam pembuatan produk Semi Kokas menggunakan bahan baku yang memiliki karakteristik tertentu. Untuk itu perlu diketahui aspek keselamatan yang harus diperhatikan dari bahan baku dan produk pada proses pembuatan Semi Kokas.

3.5.1 Bahan baku

Bahan baku pada proses pembuatan Semi Kokas adalah Batu Bara.

3.5.1.1 Batu Bara

Batu bara merupakan batuan yang mudah terbakar berwarna coklat tua yang tersedia di alam. Umumnya tidak reaktif dan stabil dalam kondisi normal. Batu bara dapat menyebabkan iritasi mata, kerusakan organ melalui eksposur yang lama atau berulang-ulang. Apabila terhirup maka pindahkan korban ke tempat dengan udara yang segar. Jika terkena kontak dengan kulit dan mata maka bilas dengan air mengalir selama beberapa menit dan hubungi dokter untuk penanganan lebih lanjut. Dan apabila tertelan, jangan dimuntahkan dan segera hubungi dokter untuk perawatan medis.

3.5.2 Produk

3.5.2.1 Semi Kokas

Semi Kokas merupakan bahan bakar dengan kandungan karbon yang tinggi dan pengotor yang rendah. Selain bersifat karsinogenik, Semi Kokas dapat menyebabkan kerusakan paru-paru, ginjal, dan sistem kekebalan. Paparan partikulat total yang berlebihan dapat menyebabkan iritasi pada mata, kulit dan saluran pernapasan. Apabila terhirup, pindahkan korban ke tempat dengan udara yang segar dan tetap hangat agar nyaman untuk bernafas. Jika terjadi kontak dengan mata, bilas secara hati-hati dengan air selama beberapa menit. Bilas kulit secara menyeluruh dengan air jika terkena kulit. Hilangkan kontaminasi dengan sabun dan air apabila kontak dengan kulit dan segera bilas dengan banyak air. Berikan pertolongan medis jika gejalanya parah atau terus berlanjut.

3.5.2.2 Tar

Tar merupakan cairan berwarna gelap pekat yang dapat meledak pada temperatur yang tinggi karena penumpukan tekanan yang berlebihan. Dapat menyebabkan iritasi pada sistem pernapasan dan mata, sakit perut, atau muntah. Kontak dalam waktu lama dapat menyebabkan kemerahan, iritasi, dan kulit kering. Selain itu, dapat menyebabkan sensitisasi kulit atau reaksi alergi pada individu yang sensitif. Apabila terhirup, pindahkan korban ke tempat dengan udara yang segar dan tetap hangat agar nyaman untuk bernafas. Bilas mulut secara menyeluruh dengan air jika tertelan. Hilangkan kontaminasi dengan sabun dan air apabila kontak dengan kulit. Segera bilas dengan banyak air. Berikan pertolongan medis jika gejalanya parah atau terus berlanjut.

3.5.2.3 *Coke Oven Gas (COG)*

Coke Oven Gas berupa padatan stabil yang mudah terbakar yang akan terurai pada temperatur tinggi. Apabila terhirup maka pindahkan korban ke tempat dengan udara yang segar. Jika terkena kontak dengan kulit maka bersihkan menggunakan sabun dan air. Bila mengenai mata maka bilas dengan air mengalir selama 15 menit. Dan apabila menunjukkan gejala yang berkelanjutan, segera hubungi dokter untuk perawatan medis.

BAB 4

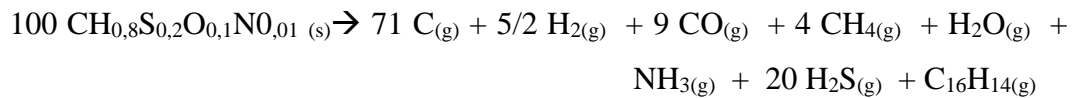
DASAR-DASAR PENYUSUNAN NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

Neraca massa dan neraca energi digunakan dalam penentuan kebutuhan bahan baku dan energi suatu pabrik. Pada perhitungan neraca massa dan neraca energi terdapat perhitungan jumlah bahan yang masuk dan keluar serta jumlah energi yang masuk dan keluar dari suatu proses. Perhitungan neraca massa digunakan untuk menentukan formulasi bahan, mengetahui komposisi produk yang dihasilkan dari suatu proses pencampuran dan untuk mengetahui efisiensi pemisahan dalam suatu sistem pemisah mekanik. Berdasarkan perhitungan neraca massa dan neraca energi, maka dapat ditentukan spesifikasi peralatan yang digunakan dalam proses.

4.1 Reaksi Pembuatan Produk

Proses pembentukan produk semi kokas terjadi dua tahap proses yaitu proses karbonisasi pada suhu 700°C dan proses *quenching* (pemadaman semi kokas) pada suhu 60°C dari bahan baku hingga menjadi produk akhir melewati beberapa tahap yaitu : (i) Tahapan persiapan bahan baku; (ii) Tahapan karbonisasi dan *Quenching* (pemadaman semi kokas); (iii) Tahapan analisa semi kokas (kelembaban atau kadar air, kadar abu, zat terbang, dan karbon padat); serta (iv) Tahapan pemisahan produk. Bahan baku utama yang digunakan pada pembentukan semi kokas adalah batu bara. Tahap pertama yaitu batu bara basah dilakukan pengayakan untuk menyortir ukuran batu bara dengan menggunakan alat *shaking screen*. Kemudian dilakukan pengeringan untuk mengurangi kadar air dengan menggunakan temperatur 160°C pada alat *rotary dryer*. Selanjutnya yaitu memperkecil ukuran batu bara kering (keluaran *rotary dryer*) dengan cara penggerusan untuk disesuaikan butiran optimal sebelum pembriketan dengan menggunakan alat *black jaw crusher*. Selanjutnya yaitu melakukan proses pencampuran. Pada proses ini membuat adonan briket batu bara dengan menggunakan alat *double roll mixer* , yaitu dengan mencampurkan serbuk batu bara kering dengan tar encer pada kondisi operasi 40°C. Tahapan terakhir yaitu pembriketan dengan menggunakan alat *double roll briquetting machine*. Tujuan

dari tahapan ini yaitu membuat butiran batu bara menjadi besar sehingga ideal sehingga dihasilkan briket batu bara untuk dilanjutkan menuju proses karbonisasi. Tahapan proses karbonisasi yaitu memasukkan briket batu bara dengan ukuran yang sudah sesuai ke dalam *coke oven battery*. Reaksi yang terjadi di dalam *coke oven battery* adalah sebagai berikut :



Proses pembuatan semi kokas terbentuk dari proses pemanasan aromatik hidrokarbon ($\text{C}_{14}\text{H}_{24}$) dengan temperatur 700°C sehingga menghasilkan semi kokas (C). Kenaikan kadar karbon seiring dengan bertambahnya temperatur karbonisasi. Akan tetapi, ketika temperatur karbonisasi yang terlalu tinggi cenderung merusak dinding-dinding pori karbon sehingga karbon yang terbentuk semakin sedikit. Oleh karena itu, pada proses karbonisasi diperlukan pemadaman semi kokas atau disebut dengan *quenching* yaitu dengan cara menyemprotkan uap air pada temperatur berkisar 120°C . Produk semi kokas melalui tahapan analisa terlebih dahulu sebelum masuk tahapan pemisahan produk dengan beberapa parameter yang telah ditentukan. Produk semi kokas yang telah memenuhi parameter dilanjutkan menuju *horizontal quenching* dan *screening* untuk ditampung pada gudang produk semi kokas. Produk samping berupa Tar dan *Coke Oven Gas* (COG) dipisahkan di dalam *scrubber*. Cairan Tar sebagian dialirkan menuju *decanter* untuk dimurnikan lalu menuju tangki penyimpanan dan sebagian dialirkan menuju tangki pemanas sebagai bahan campuran pada *Double Roll Mixer*. Produk samping lain yaitu *Coke Oven Gas* masuk ke tangki penyimpanan.

4.2 Asumsi Dalam Perhitungan Neraca Massa dan Energi

Untuk mempermudah perhitungan neraca massa dan energi pada setiap alat dan pada keseluruhan pabrik, maka diperlukan beberapa asumsi pada setiap alat yang digunakan pada pabrik Semi Kokas. Adapun asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

4.2.1 *Belt Conveyor*

1. Laju alir massa dianggap konstan.
2. Proses pemindahan material diasumsikan sempurna.

3. Kecepatan operasi diasumsikan konstan.

4.2.2 *Gyratory Crusher*

1. Terjadi proses penggerusan batu bara untuk menghasilkan batu bara sebesar 20 – 30 cm.
2. Laju alir massa reaktan yang masuk dan laju alir massa produk dianggap konstan.
3. Proses penggerusan bahan baku diasumsikan sempurna.
4. Waktu tinggal operasi diasumsikan konstan.

4.2.3 *Rotary Dryer*

1. Pada *rotary dryer* terjadi pengurangan kadar air bahan baku.
2. Kecepatan putar pada *rotary dryer* diasumsikan konstan.
3. Tekanan operasi di dalam *rotary dryer* diasumsikan konstan.
4. Proses pengeringan diasumsikan sempurna.
5. Waktu tinggal operasi diasumsikan konstan.
6. Kandungan air dalam produk 12 % (w/w).
7. Asumsi performance pengeringan hanya 1% (w/w).

4.2.4 *Cyclone*

1. Kecepatan putar di dalam *cyclone* diasumsikan konstan.
2. Kehilangan kecepatan pada *cyclone* akibat gesekan dan kehilangan energi diasumsikan tidak ada.
3. Hilang tekan yang terjadi pada *cyclone* diasumsikan tidak ada.

4.2.5 *Black Jaw Crusher*

1. Terjadi proses penggerusan batu bara untuk menghasilkan batu bara sebesar 0,5-2,5 cm.
2. Laju alir massa reaktan dan laju alir massa produk dianggap konstan.
3. Proses penggerusan bahan baku diasumsikan sempurna.
4. Waktu tinggal operasi diasumsikan konstan.

4.2.6 *Screw Conveyor*

1. Laju alir massa dianggap konstan.

2. Proses pemindahan material diasumsikan sempurna.
3. Kecepatan operasi diasumsikan konstan.

4.2.7 Double Roll Mixer

1. Terjadi pencampuran serbuk batu bara dengan tar.
2. Kecepatan operasi diasumsikan konstan.
3. Waktu tinggal diasumsikan konstan.
4. Temperatur operasi diasumsikan konstan.

4.2.8 Double Roll Briquette

1. Diameter briket batu bara 3-5 cm.
2. Tekanan dalam proses pembriketan diasumsikan konstan.

4.2.9 Bucket Elevator

1. Laju alir massa dianggap konstan.
2. Proses pemindahan material diasumsikan sempurna.
3. Kecepatan operasi diasumsikan konstan.

4.2.10 Coke Oven Battery

1. Terbentuk produk semi kokas pada alat *coke oven battery*.
2. Temperatur diasumsikan konstan.
3. Waktu tinggal operasi selama 18 jam.
4. Laju alir massa reaktan yang masuk dan laju alir massa produk *coke oven battery* dianggap konstan.

4.2.11 Spray Quencher

1. Terjadi proses penyemprotan air dengan temperatur 60°C untuk mencegah terbakarnya semi kokas.
2. Temperatur operasi diasumsikan konstan.
3. Laju alir air yang disemprotkan diasumsikan konstan.

4.2.12 Screen

1. Terjadi proses pengayakan untuk memilah ukuran produk (*uppersize* dan *undersize*).

2. Laju alir massa reaktan yang masuk dan laju alir massa produk *screen* dianggap konstan.
3. Proses pengayakan bahan baku diasumsikan sempurna.
4. Waktu tinggal operasi diasumsikan konstan.
5. Kecepatan pengayakan dianggap konstan.

4.2.13 Scrubber

1. Terjadi pemisahan tar dari *coke oven battery*.
2. pemisahan diasumsikan sempurna.
3. temperatur air penyemprot diasumsikan konstan.

4.2.14 Decanter

1. Terjadi pemisahan tar dan air dari *scrubber* secara sempurna.
2. temperatur diasumsikan konstan.
3. kecepatan putaran diasumsikan konstan.

4.2.15 Heater Tank

1. Terjadi pemanasan tar sebelum dialirkan menuju *double roll mixer*.
2. Temperatur operasi diasumsikan konstan.

4.2.16 Boiler

1. Terjadi pembuatan *steam* dengan bahan bakar *coke oven gas*.
2. Temperatur dan tekanan operasi diasumsikan konstan.
3. Laju alir *steam* diasumsikan konstan.

4.3 Perhitungan Neraca Massa

Perhitungan neraca massa merupakan prinsip dasar dalam perancangan sebuah pabrik kimia. Perhitungan neraca massa dilakukan untuk menentukan kapasitas produksi, kebutuhan bahan baku, kebutuhan unit utilitas, spesifikasi peralatan dan kebutuhan lain yang terkait dengan perhitungan.

Perhitungan neraca massa pada pabrik semi kokas dilakukan secara alur maju yaitu dengan mengambil basis operasi per jam. Perhitungan digunakan untuk menentukan jumlah masuk yang dibutuhkan pada kapasitas produksi sebesar 960.000,00 ton/tahun. Perhitungan neraca massa menggunakan *software*

Microsoft Excel. Adapun hasil perhitungan neraca massa pada perancangan pabrik Semi Kokas disampaikan pada Lampiran E.

Produk yang dihasilkan memiliki kandungan yaitu semi kokas (93%) dan air (7%). Basis perhitungan neraca massa pada pabrik Semi Kokas adalah bahan baku Batu Bara (PT. Wahana Baratama Mining) 100%.

Perhitungan neraca massa tanpa reaksi adalah sebagai berikut :

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Massa} \\ \text{Masuk} \end{array}} - \boxed{\begin{array}{c} \text{Massa} \\ \text{Keluar} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{Massa} \\ \text{Akumulasi} \end{array}}$$

Perhitungan neraca massa dengan reaksi adalah sebagai berikut :

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Massa} \\ \text{Masuk} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Generasi} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{Massa} \\ \text{Keluar} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Konsumsi} \end{array}}$$

Tabel 4.1 Data Komponen dan Berat Molekul

| No. | Komponen | BM |
|-----|---|-------|
| 1 | Coal ($\text{CH}_{0.8}\text{S}_{0.2}\text{O}_{0.1}\text{N}_{0.01}$) | 20,94 |
| 2 | Water (H_2O) | 18 |
| 3 | Semi Coke (C) | 12 |
| 4 | H_2 | 2 |
| 5 | CO | 28 |
| 6 | CH_4 | 16 |
| 7 | NH_3 | 17 |
| 8 | H_2S | 34 |
| 9 | $\text{C}_{16}\text{H}_{14}$ | 206 |

Perhitungan neraca massa masing-masing alat ditampilkan pada Tabel berikut ini.

1. *Belt Conveyor*



Tabel 4. 2 Neraca Massa *Belt Conveyor*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|--------|----------------|--------|---------------|
| | <1> | | <2> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa(kg/jam) |
| Coal | 0.88 | 277055.1 | 0.88 | 277055.06 |
| H ₂ O | 0.12 | 37780.2 | 0.12 | 37780.24 |
| Sub total | 1 | 314835.3 | 1.0 | 314835.3 |
| Total | 0.0 | | | |
| Balance | 0 | | | |

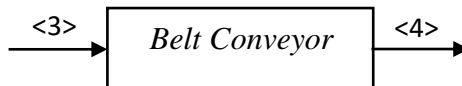
2. *Gyratory Crusher*



Tabel 4. 3 Neraca Massa *Gyratory Crusher*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|--------|---------------|--------|---------------|
| | <2> | | <3> | |
| | x mass | Massa(kg/jam) | x mass | Massa(kg/jam) |
| Coal | 0.88 | 277055.1 | 0.88 | 277055.1 |
| H ₂ O | 0.12 | 37780.2 | 0.12 | 37780.2 |
| Sub total | 1.00 | 314835.3 | 1.0 | 314835.3 |
| Total | 0.0 | | | |

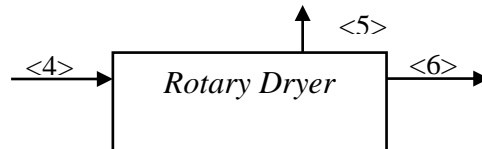
3. *Belt Conveyor*



Tabel 4. 4 Neraca Massa *Belt Conveyor*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|--------|---------------|--------|---------------|
| | <3> | | <4> | |
| | x mass | Massa(kg/jam) | x mass | Massa(kg/jam) |
| Coal | 0.88 | 277055.1 | 0.88 | 277055.1 |
| H ₂ O | 0.12 | 37780.2 | 0.12 | 37780.2 |
| Total | 1 | 314835.3 | 1.0 | 314835.3 |
| Balance | 0.0 | | | |

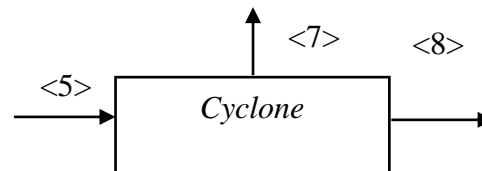
4. *Rotary Dryer*



Tabel 4. 5 Neraca Massa Rotary Dryer

| Komponen | Inlet | | Outlet | | | |
|------------------|----------|----------------|----------|----------------|---------|----------------|
| | <4> | | <6> | | <5> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| Coal | 0.88 | 277055.1 | 0.913752 | 221644.0 | 0.76672 | 55411.0 |
| H ₂ O | 0.12 | 37780.23513 | 0.086248 | 20920.7 | 0.23328 | 16859.5 |
| Sub total | 0 | 314835.3 | 1 | 242564.7 | 1 | 72270.5 |
| Total | 314835.3 | | 314835.3 | | | |
| Balance | 0.0 | | | | | |

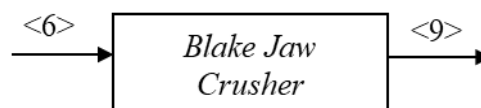
5. *Cyclone*



Tabel 4. 6 Neraca Massa Cyclone

| Komponen | Inlet | | Outlet | | | |
|------------------|---------|----------------|---------|----------------|--------|----------------|
| | <5> | | <7> | | <8> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| Coal | 0.7667 | 55411.0 | 0 | 0.0 | 0.9 | 55411.0 |
| H ₂ O | 0.2333 | 16859.5 | 0.1566 | 11318.4 | 0.1 | 5541.1 |
| Sub total | 1 | 72270.5 | | 11318.4 | 0.9 | 60952.1 |
| Total | 72270.5 | | 72270.5 | | | |
| Balance | 0.0 | | | | | |

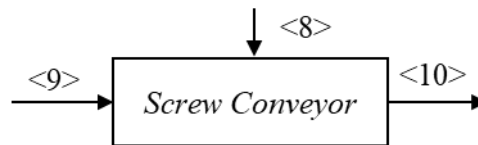
6. *Black Jaw Crusher*



Tabel 4. 7 Neraca Massa *Black Jaw Crusher*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|----------|----------------|----------|----------------|
| | <6> | | <9> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| <i>Coal</i> | 0.9138 | 221644.0 | 0.9138 | 221644.0 |
| H ₂ O | 0.0862 | 20920.7 | 0.0862 | 20920.7 |
| Sub total | 1 | 242564.7 | 1 | 242564.75 |
| Total | 242564.7 | | 242564.7 | |
| Balance | 0.0 | | | |

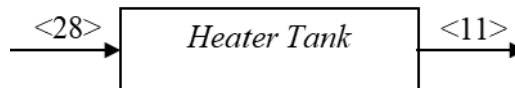
7. Screw Conveyor



Tabel 4. 8 Neraca Massa *Screw Conveyor*

| Komponen | Inlet | | | | Outlet | |
|------------------|----------|----------------|--------|----------------|----------|----------------|
| | <9> | | <8> | | <10> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| <i>Coal</i> | 0.9138 | 221644.0 | 0.9091 | 55411.0 | 0.9 | 277055.1 |
| H ₂ O | 0.0862 | 20920.7 | 0.0909 | 5541.1 | 0.1 | 26461.8 |
| <i>dry air</i> | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Sub total | 1 | 242564.7 | 1 | 60952.1 | 0.9 | 303516.9 |
| Total | 303516.9 | | | | 303516.9 | |
| Balance | 0.0 | | | | | |

8. Heater Tank

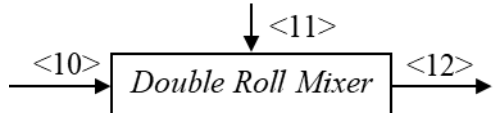


Tabel 4. 9 Neraca Massa *Heater Tank*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|---------|---------------|---------|---------------|
| | <28> | | <11> | |
| | x mass | Massa(kg/jam) | x mass | Massa(kg/jam) |
| H ₂ O | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Tar | 1.0 | 33724.1 | 1.0 | 33724.1 |
| Sub total | 1.0 | 33724.1 | 1.0 | 33724.1 |
| Total | 33724.1 | | 33724.1 | |
| Balance | 0.0 | | | |

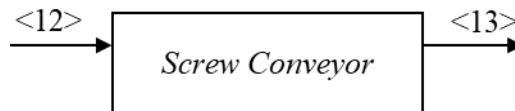
9. *Double Roll Mixer*

Tabel 4. 10 Neraca Massa *Double Roll Mixer*



| Komponen | Inlet | | | | Outlet | |
|------------------|----------|----------------|---------|----------------|----------|----------------|
| | <10> | | <11> | | <12> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| Coal | 0.9 | 277055.1 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 277055.1 |
| H ₂ O | 0.1 | 26461.8 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 26461.8 |
| Tar | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 33724.1 | 0.1 | 33724.1 |
| Sub total | 303516.9 | | 33724.1 | | 337241.0 | |
| Total | 337241.0 | | | | 337241.0 | |
| Balance | 0.0 | | | | | |

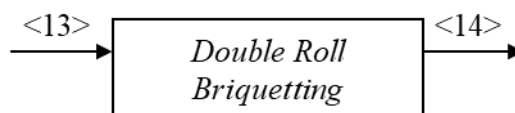
10. *Screw Conveyor*



Tabel 4. 11 Neraca Massa *Screw Conveyor*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|----------|----------------|----------|----------------|
| | <12> | | <13> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| Coal | 0.8 | 277055.1 | 0.8 | 277055.1 |
| H ₂ O | 0.1 | 26461.8 | 0.1 | 26461.8 |
| Tar | 0.1 | 33724.1 | 0.1 | 33724.1 |
| Total | 337241.0 | | 337241.0 | |
| Balance | 0.0 | | | |

11. *Double Roll Briquette*



Tabel 4. 12 Neraca Massa Double Roll Briquette

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|--------|----------------|--------|----------------|
| | <13> | | <14> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| Coal | 0.8 | 277055.1 | 0.8 | 277055.1 |
| H ₂ O | 0.1 | 26461.8 | 0.1 | 26461.8 |
| Tar | 0.1 | 33724.1 | 0.1 | 33724.1 |
| Total | 1.0 | 337241.0 | 1.0 | 337241.0 |
| Balance | 0.0 | | | |

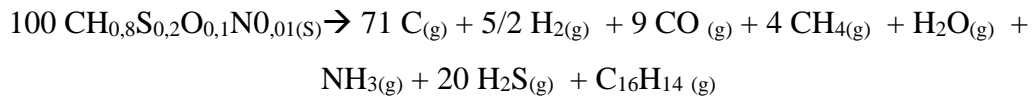
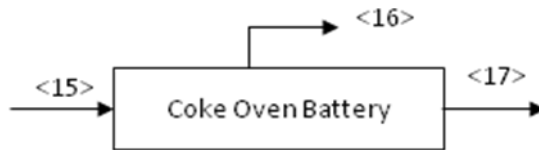
12. Bucket Elevator



Tabel 4. 13 Neraca Massa Bucket Elevator

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|----------|----------------|--------|----------------|
| | <14> | | <15> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| Coal | 0.8 | 277055.1 | 0.8 | 277055.1 |
| H ₂ O | 0.1 | 26461.8 | 0.1 | 26461.8 |
| Tar | 0.1 | 33724.1 | 0.1 | 33724.1 |
| Total | 337241.0 | | 1.0 | 337241.0 |
| Balance | 0.0 | | | |

13. Coke Oven Battery



| | | | | | | |
|-----------|--|---|------|--------------------|------|-------------------|
| | 100 CH _{0,8} S _{0,2} O _{0,1} N _{0,01} | → | 71 C | 5/2 H ₂ | 9 CO | 4 CH ₄ |
| Mula-mula | 13.230,91 | | - | - | - | - |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|--|------------------|-----------------|---------------------|---------------------------------|
| Reaksi | 13.230,91 | | 9.393,95 | 330,77 | 1.190,78 | 529,24 |
| Setimbang | 0 | | 9.393,95 | 330,77 | 1.190,78 | 529,24 |
| | | | H ₂ O | NH ₃ | 20 H ₂ S | C ₁₆ H ₁₄ |
| | | | - | - | - | - |
| | | | 132,31 | 132,31 | 2.646,18 | 132,3091 |
| | | | 132,31 | 132,31 | 2.646,18 | 132,3091 |

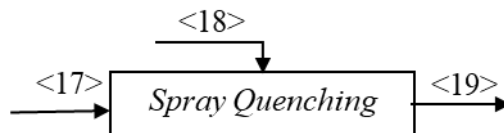
Tabel 4. 14 Neraca Massa Coke Oven Battery

| Komponen | BM | Inlet | | | |
|---|------|-----------|--------|---------------|--------|
| | | <15> | | | |
| | | x mass | xmol | Massa(kg/jam) | mol |
| CH _{0.8} S _{0.2} O _{0.1} N _{0.01} | 20.9 | 0.8215344 | 0.8901 | 277055.1 | 13231 |
| H ₂ O | 18 | 0.0784656 | 0.0989 | 26461.80111 | 1470.1 |
| C | 12 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| H ₂ | 2 | | 0 | | |
| CO | 28 | | 0 | | |
| CH ₄ | 16 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| NH ₃ | 17 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| H ₂ S | 34 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 206 | 0.10 | 0.011 | 33724.1 | 163.71 |
| Total | | 1 | 0 | 337241.0 | 14865 |
| Balance | | 0.0 | | | |

| Komponen | BM | Outlet | | | |
|---|------|-----------|--------|---------------|--------|
| | | <16> | | | |
| | | x mass | xmol | Massa(kg/jam) | mol |
| CH _{0.8} S _{0.2} O _{0.1} N _{0.01} | 20.9 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| H ₂ O | 18 | 0.1191264 | 0.2229 | 26461.80111 | 1470.1 |
| C | 12 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| H ₂ | 2 | 0.0029782 | 0.0502 | 661.5450277 | 330.77 |
| CO | 28 | 0.1500993 | 0.1805 | 33341.86939 | 1190.8 |
| CH ₄ | 16 | 0.0381205 | 0.0802 | 8467.776354 | 529.24 |
| NH ₃ | 17 | 0.0101257 | 0.0201 | 2249.253094 | 132.31 |
| H ₂ S | 34 | 0.4050298 | 0.4012 | 89970.12376 | 2646.2 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 206 | 0.2745202 | 0.0449 | 60979.75055 | 296.02 |
| Total | | 1 | 1 | 222132.1193 | 6595.4 |
| Balance | | 0.0 | | | |

| Komponen | BM | Outlet | | | |
|---|------|--------|--------|---------------|--------|
| | | <17> | | | |
| | | x mass | xmol | Massa(kg/jam) | mol |
| CH _{0.8} S _{0.2} O _{0.1} N _{0.01} | 20.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| H ₂ O | 18 | 0.02 | 0.0139 | 2381.5621 | 132.31 |
| C | 12 | 0.98 | 0.9861 | 112727.2727 | 9393.9 |
| H ₂ | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CO | 28 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CH ₄ | 16 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| NH ₃ | 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| H ₂ S | 34 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 206 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | | 1 | 1.0 | 115108.8348 | 9526.2 |
| Balance | | 0.0 | | | |

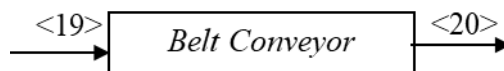
14. *Spray Quencher*



Tabel 4. 15 Neraca Massa *Spray Quencher*

| Komponen | BM | Inlet | | | | Outlet | |
|------------------|----|-------------|----------------|--------|----------------|-------------|----------------|
| | | <17> | | <18> | | <19> | |
| | | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| H ₂ O | 18 | 0.020690 | 2381.5621 | 1 | 6103.2864 | 0.07 | 8484.848 |
| C | 12 | 0.979310 | 112727.27 | 0 | 0 | 0.93 | 112727.3 |
| Sub total | 0 | 1.000000 | 115108.83 | 0 | 6103.2864 | 1 | 121212.1 |
| Total | | 121212.1212 | | | | 121212.1212 | |
| Balance | | 0 | | | | | |

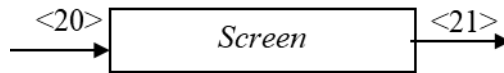
15. *Belt Conveyor*



Tabel 4. 16 Neraca Massa *Belt Conveyor*

| Komponen | BM | Inlet | | | |
|------------------|----|--------|----------------|--------|----------------|
| | | <19> | | <20> | |
| | | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| H ₂ O | 18 | 0.07 | 8484.8485 | 0.07 | 8484.8485 |
| C | 12 | 0.93 | 112727.27 | 0.93 | 112727.27 |
| Total | 0 | 0 | 121212.12 | 1 | 121212.12 |
| Balance | | 0 | | | |

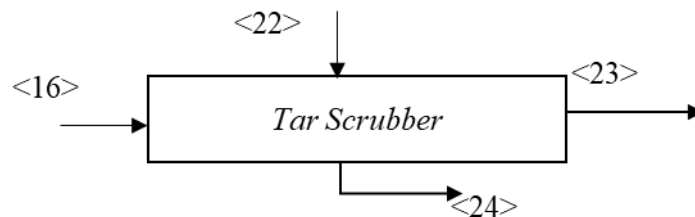
16. Screen



Tabel 4. 17 Neraca Massa *Screen*

| Komponen | BM | Inlet | | | |
|------------------|------|--------|----------------|--------|----------------|
| | | <17> | | <19> | |
| | | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| H ₂ O | 20.9 | 0.07 | 8484.8485 | 0.07 | 8484.8485 |
| C | 18 | 0.93 | 112727.27 | 0.93 | 112727.27 |
| Total | 0 | 0 | 121212.12 | 1 | 121212.12 |
| Balance | | 0 | | | |

17. Tar Scrubber

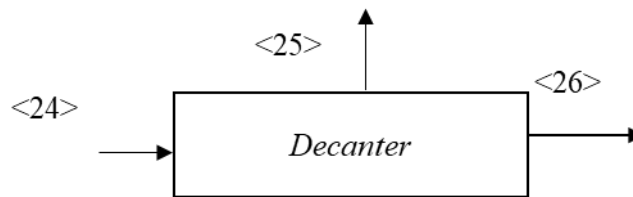


Tabel 4. 18 Neraca Massa *Tar Scrubber*

| Komponen | Inlet | | | | Outlet | | | |
|------------------|--------|----------------|--------|----------------|-----------|----------------|----------|----------------|
| | <16> | | <22> | | <24> | | <23> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| H ₂ O | 0.1191 | 26461.8 | 1 | 93728.07 | 0.6634107 | 120190 | 0 | 0 |
| H ₂ | 0.003 | 661.545 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004912 | 661.55 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|----------|---|----------|-------------|--------|----------|--------|
| CO | 0.1501 | 33341.87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.247544 | 33342 |
| CH ₄ | 0.0381 | 8467.776 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.062868 | 8467.8 |
| NH ₃ | 0.0101 | 2249.253 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.016699 | 2249.3 |
| H ₂ S | 0.405 | 89970.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.667976 | 89970 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 0.2745 | 60979.75 | 0 | 0 | 0.3365893 | 60980 | 0 | 0 |
| sub total | 0 | 222132.1 | 0 | 93728.07 | 0 | 181170 | 0 | 134691 |
| total | 315860.1844 | | | | 315860.1844 | | | |
| Balance | 0 | | | | | | | |

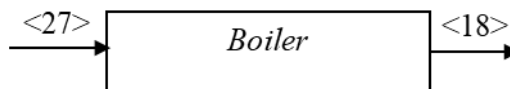
18. Decanter



Tabel 4. 19 Neraca Massa Decanter

| Komponen | Inlet | | Outlet | | | |
|---------------------------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|
| | <24> | | <25> | | <26> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| H ₂ O | 0.6634 | 120189.9 | 1.0 | 120189.8662 | 0.0 | 0.0 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 0.3366 | 60979.75 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 60979.75 |
| sub total | 1 | 181169.6 | 1.0 | 120189.8662 | 1 | 60979.75 |
| total | 0 | | | | | |

19. Boiler



Tabel 4. 20 Neraca Massa Boiler

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|--------|----------------|--------|----------------|
| | <27> | | <18> | |
| | x mass | Massa (kg/jam) | x mass | Massa (kg/jam) |
| H ₂ O | 1.0 | 6103.286 | 1.0 | 6103.286 |
| Total | 1.0 | 6103.286 | 1.0 | 6103.286 |
| Balance | 0 | | | |

4.4 Perhitungan Neraca Energi

Perhitungan neraca energi merupakan hal yang penting dalam perancangan sebuah pabrik kimia. Adapun tujuan dalam perhitungan neraca energi antara lain untuk merancang spesifikasi alat pemrosesan, menghitung jumlah bahan utilitas yang diperlukan pada suatu alat proses, menghitung jumlah bahan utilitas yang diperlukan pada suatu pabrik, dan menghitung kebutuhan energi.

Perhitungan neraca massa menggunakan *software* Microsoft Excel. Hasil perhitungan neraca energi disampaikan pada Lampiran G. Dimana untuk mencari nilai Cp didapatkan dari referensi Buku Termodinamika, (J.M Smith, 2001) dan Hougen, Eng.Chem 1954. Perhitungan neraca energi menggunakan neraca energi *overall*. Pada perhitungan ini, berlaku teori hukum kekekalan energi dengan asumsi sebagai berikut :

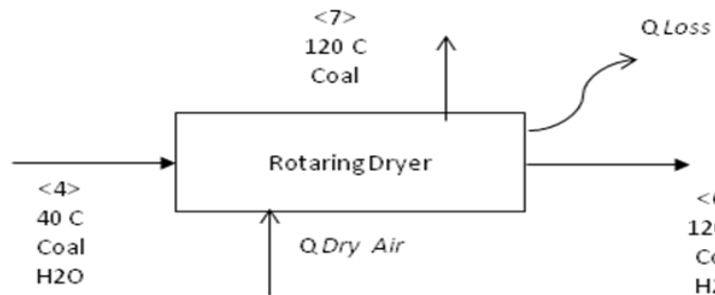
1. Ideal
2. Pengaruh tekanan terhadap entalpi diabaikan
3. Energi kinetik dan potensial diabaikan

Maka rumus neraca energi yang digunakan sebagai berikut :

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Energi} \\ \text{Aliran Masuk} \end{array}} - \boxed{\begin{array}{c} \text{Energi} \\ \text{Aliran Keluar} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{Energi} \\ \text{Akumulasi} \end{array}}$$

Perhitungan neraca massa masing-masing alat ditampilkan pada Tabel berikut ini.

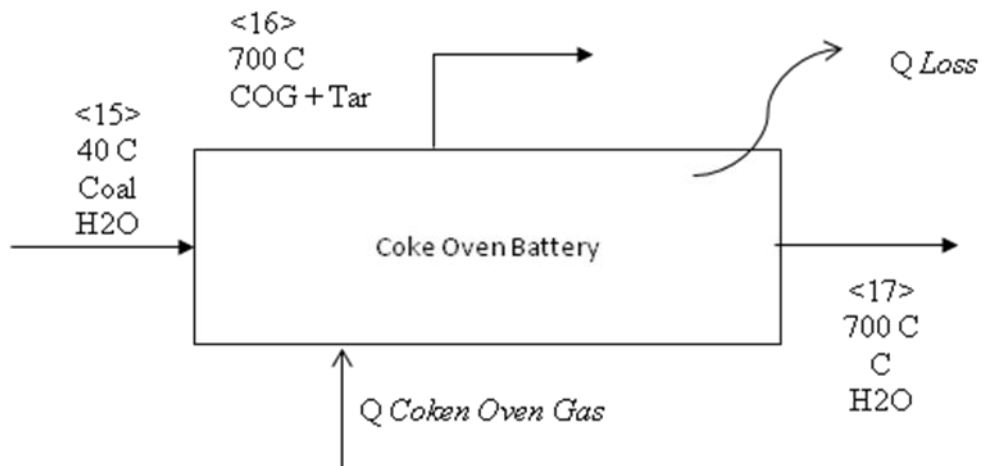
1. Rotary Dryer



Tabel 4. 21 Neraca Energi Rotary Dryer

| Inlet | | | Outlet | | |
|-------------|--------------------|------------|--------------|--------------------|------------|
| Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 1.712.165,530 | 7,467% | Q3 | 604.561,358 | 2,637% |
| Q2 | 21.218.250,240 | 92,533% | Q4 | 10.783.997,683 | 47,029% |
| | | | Q Loss | 11.541.856,729 | 50,334% |
| Total Inlet | 22.930.415,770 | 100% | Total Outlet | 22.930.415,770 | 100% |

2. Coke Oven Gas

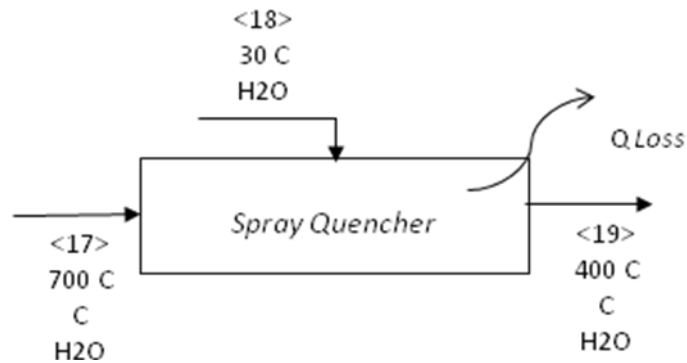


Tabel 4. 22 Neraca Energi Coke Oven Gas

| Inlet | | | Outlet | | |
|--------|--------------------|------------|--------|--------------------|------------|
| Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 759.295,859 | 0,032% | Q3 | 179.367.407 | 7,510% |

| | | | | | |
|-------------|-------------------|---------|--------------|-----------------|---------|
| Qr | 2.321.632.730,615 | 97,206% | Q4 | 2.132.273.018 | 89,277% |
| Qfuel | 65.983.572,876 | 2,763% | Q Loss | 76.735.174 | 3,213% |
| Total Inlet | 2.388.375.599,350 | 100% | Total Outlet | 288.375.599,350 | 100% |

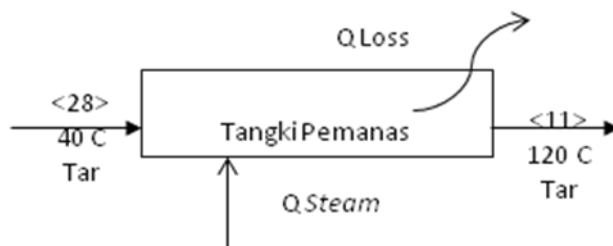
3. Spray Quencher



Tabel 4. 23 Neraca Energi Spray Quencher

| Inlet | | | Outlet | | |
|-------------|--------------------|------------|--------------|--------------------|------------|
| Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 1.061.823.788,75 | 99,895% | Q3 | 131.931.118,342 | 12,412% |
| Q2 | 1.111.500,45 | 0,105% | Q Loss | 931.004.170,859 | 87,588% |
| Total Inlet | 1.062.935.289,20 | 100% | Total Outlet | 1.062.935.289,201 | 100% |

4. Heater Tank

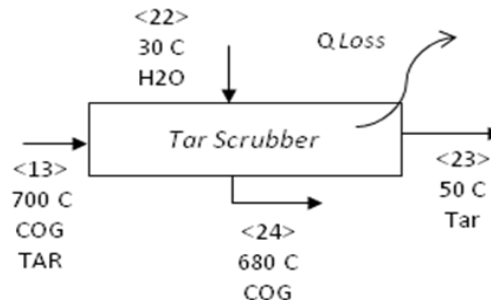


Tabel 4. 24 Neraca Energi Heater Tank

| Inlet | | | Outlet | | |
|--------|--------------------|------------|--------|--------------------|------------|
| Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 7.782,725 | 15,169% | Q3 | 51.307,711 | 100% |

| | | | | | |
|--------------------|------------|---------|---------------------|------------|------|
| <i>Q Steam</i> | 43.524,986 | 84,831% | | | |
| <i>Total inlet</i> | 51.307,711 | 100% | <i>Total Outlet</i> | 51.307,711 | 100% |

5. Tar Scrubber



Tabel 4. 25 Neraca Energi *Tar Scrubber*

| <i>Inlet</i> | | | <i>Outlet</i> | | |
|--------------------|--------------------|------------|---------------------|--------------------|------------|
| <i>Stream</i> | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | <i>Stream</i> | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 1.963.624 | 0,883% | Q3 | 14.122.819 | 12,412% |
| Q2 | 220.312.246 | 99,117% | Q4 | 4.295.538 | 1,933% |
| | | | <i>Q Loss</i> | 203.857.512 | 91,714% |
| <i>Total Inlet</i> | 222.275.870.227 | 100% | <i>Total Outlet</i> | 222.275.870.227 | 100% |

6. Boiler

Tabel 4. 26 Neraca Energi *Boiler*

| <i>Inlet</i> | | | <i>Outlet</i> | | |
|--------------------|--------------------|------------|---------------------|--------------------|------------|
| <i>Stream</i> | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | <i>Stream</i> | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 127,865.331 | 12.83% | Q2 | 896,741.355 | 90% |
| <i>Q steam</i> | 868,514 | 87.16% | <i>Q loss</i> | 99,638 | 10% |
| <i>Total inlet</i> | 996,379.283 | 100% | <i>Total Outlet</i> | 996,379.283 | 100% |

4.5 *Process Flow Diagram*

Berdasarkan perhitungan neraca massa dilakukan pembuatan *Process Flow Diagram* (PFD) yang disampaikan pada Lampiran F.

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

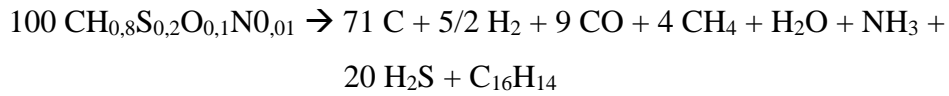
5.1 Unit Reaktor

Pra-rancangan pabrik kimia memiliki tujuan diantaranya yaitu untuk membangun atau merancang suatu pabrik kimia yang memproduksi semi kokas dengan bahan baku utama adalah batu bara. Pada perancangan pabrik semi kokas ini membutuhkan satu buah unit pelaksana reaksi. Unit pelaksana reaksi ini berfungsi untuk mereaksikan batu bara dengan udara panas yang dihembuskan dari arah bawah reaktor. Unit pelaksana reaksi ini dijalankan melalui reaktor. Reaktor ini dirancang untuk memfasilitasi proses untuk mendapatkan produk yang diinginkan dalam kapasitas yang diharapkan. Perancangan reaktor ini didasarkan dengan beberapa pertimbangan atau faktor-faktor lainnya, diantaranya yaitu faktor keamanan dan faktor fleksibilitas dalam pengoperasian. Selain itu ada juga faktor lainnya dalam merancang reaktor seperti pengaruh kinetika reaksi, sistem perpindahan panas, arah aliran bahan baku, mekanika, dan komponen pendukung reaktor lainnya. Pabrik semi kokas ini membutuhkan satu reaktor untuk proses pembuatan semi kokas, yaitu *coke oven battery*.

5.1.1 Coke Oven Battery

Coke oven battery merupakan salah satu reaktor kimia yang memiliki bentuk silinder yang cukup panjang dengan posisi vertikal. Pada reaktor ini terjadi proses karbonisasi batu bara menjadi produk semi kokas dengan bahan bakar batu bara. Umpan batu bara dialirkan menggunakan *belt conveyor* menuju *coke oven battery* sedangkan bahan bakar dialirkan menuju tungku pembakaran. Kondisi operasi reaktor pada temperatur 700°C dan tekanan 1,2 atm. Produk semi kokas yang telah memenuhi parameter dilanjutkan menuju *horizontal quenching* dan *screening* untuk ditampung pada gudang produk semi kokas. Produk samping berupa cairan gelap dan tebal atau disebut dengan tar dialirkan ke dalam *scrubber* dan terjadi pemisahan cairan dan partikel padatan. Untuk partikel padatan ditangkap oleh *electrostatic precipitator* sedangkan untuk cairan tar masuk ke dalam tangki penampung tar. Produk samping lainnya berupa *coke oven gas* yang

dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Reaksi yang terjadi pada reaktor yaitu sebagai berikut :



5.1.1.1 Dasar Perancangan *Coke Oven Battery*

Reaktor yang digunakan dalam proses pembuatan produk semi kokas yaitu *coke oven battery*. Ada beberapa pertimbangan yang mendasari dalam perancangan *coke oven battery* yaitu :

1. Karakteristik material
Pertimbangan karakteristik material meliputi kekuatan material, jenis, dan kemudahan untuk didapatkan.
2. Proses produksi
Pertimbangan dalam proses produksi meliputi pengangkutan kapasitas perjam dari unit, kontinuitas pemindahan, metode penumpukan material dan lama waktu operasi.
3. Ekonomi
Pertimbangan ekonomi yaitu agar material yang digunakan dalam komponen dengan harga efisien namun tidak mengurangi kualitas komponen yang meliputi ongkos pembuatan, pemeliharaan, dan pemasangan.

5.1.1.2 Asumsi Perhitungan *Coke Oven Battery*

Asumsi-asumsi yang digunakan untuk merancang *coke oven battery*

1. Kapasitas *coke oven battery* yaitu 115.177,9 kg/jam kg/jam.
2. Bahan bakar *coke oven gas*.

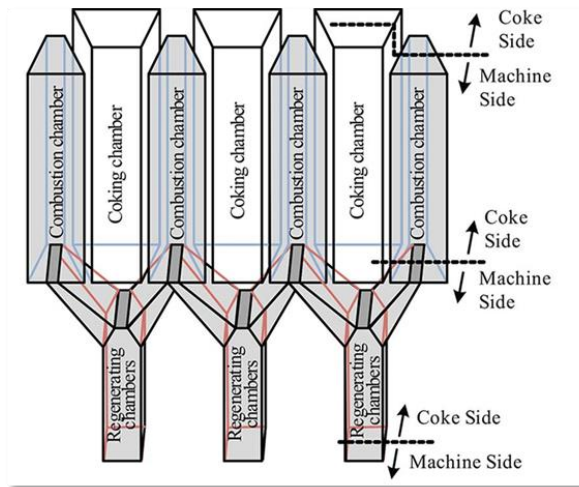
5.1.1.3 Spesifikasi *Coke Oven Battery*

Spesifikasi alat *Coke Oven Battery* disampaikan pada Tabel 5.1 sebagai berikut :

Tabel 5.1 Spesifikasi Alat *Coke Oven Battery*

| <i>Coke Oven Battery (R-160)</i> | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Tipe | <i>Top Charging Coke Oven</i> |
| Kapasitas | 115,1779 Ton/Jam |

| Coke Oven Battery (R-160) | |
|----------------------------------|-------------------|
| Tinggi Oven | 6,25 m |
| Lebar Oven | 410 mm |
| Volume Oven | 40 m ³ |
| Jumlah Baterai | 4 |
| Jumlah Oven | 160 |
| Pintu Oven Coke | 320 |
| Stand Pipe Lid | 160 |
| Set Mesin Operasi | 2 |
| Waktu Tinggal | 18 Jam |



Gambar 5.1 *Coke Oven Battery*

5.2 Unit Pemisahan

tujuan dari pra-rancangan pabrik kimia ini adalah membangun pabrik untuk memproduksi semi kokas dengan bahan baku batu bara. salah satu proses pada produksi semi kokas yaitu proses yang terjadi pada unit pemisahan. unit pemisahan merupakan suatu unit yang digunakan untuk mendapatkan produk yang lebih murni dari suatu campuran senyawa kimia. proses pemisahan suatu campuran dapat dilakukan dengan berbagai metode. metode pemisahan yang dipilih bergantung pada fase komponen penyusun campuran. suatu campuran dapat berupa campuran homogen (satu fase) atau campuran heterogen (lebih dari satu fase). suatu campuran heterogen dapat mengandung dua atau lebih fase: padat-padat, padat-cair, padat-gas, cair-cair, cair-gas, gas-gas, campuran padat-cair-gas, dan sebagainya.

5.2.1 Rotary Dryer

Pada unit pemisahan ini, menggunakan alat *rotary dryer*. *Rotary dryer* adalah tempat terjadinya proses pengurangan jumlah kadar air pada bahan baku batu bara menjadi 8%. Pada *rotary dryer* batu bara basah sebesar 47.82% dari total massa dimasukkan dan menghasilkan batu bara kering 12% dari total massa. *Rotary dryer* memiliki temperatur operasi sebesar 160 °c dengan tekanan 1 atm dan waktu tinggal 14 menit. Penguapan kandungan air yang terdapat dalam bahan terjadi karena adanya panas yang dibawa oleh media pengering yaitu udara panas. Uap air tersebut akan dilepaskan dari permukaan bahan ke udara pengering.

Secara umum, *rotary dryer* adalah alat pengering horizontal yang berputar secara kontinu dengan pemanas tungku atau *gasifier*. Pengeringan pada *rotary dryer* dilakukan pemutaran berkali-kali sehingga seluruh bagian permukaan bergantian mengalami pengeringan secara merata dan lebih banyak mengalami penyusutan serta mempercepat waktu pengeringan (jumari, a., 2005).

5.2.1.1 Dasar Perancangan Rotary Dryer

Udara yang digunakan pada *rotary dryer* adalah berupa udara kering. Hal ini dikarenakan udara kering mudah diperoleh, jumlahnya melimpah (tidak terbatas) di alam, serta kapasitas pengeringan yang tidak membutuhkan suhu yang terlalu tinggi. Nilai *humidity* ditetapkan sebesar 0,02. Nilai tersebut diperoleh dengan cara menarik hubungan antara temperatur udara kering yang keluar dari *furnace* yakni sebesar 150 °c dengan persentase kelembapan udara sebesar 70% (geankoplis edisi 3 hal. 529).

Material yang digunakan adalah *carbon steel sa-240 grade m type 316*. *Austenitic stainless steel* ini adalah salah satu jenis material yang mengandung kromium yang cukup tinggi sehingga memiliki ketahanan korosi yang baik. Hal ini disesuaikan karena *rotary dryer* termasuk dalam salah satu jenis alat kontak gas dan padatan.

5.2.1.2 Asumsi Perhitungan Rotary Dryer

Asumsi – asumsi yang digunakan dalam perancangan *rotary dryer* adalah sebagai berikut :

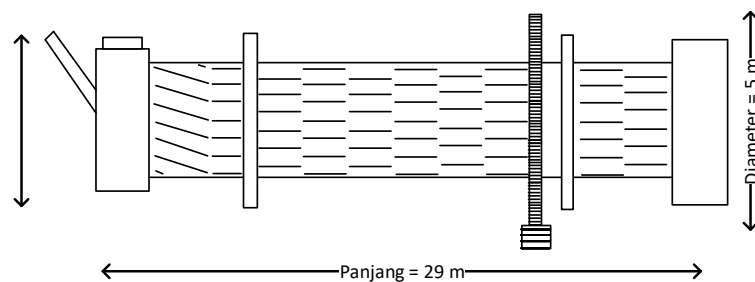
1. Umpan *rotary dryer* 314.835,6 kg/jam.
2. Umpan udara 15.942,52 kg/jam.
3. Untuk menentukan dimensi *rotary dryer* digunakan nilai 4D.

5.2.1.3 Spesifikasi *Rotary Dryer*

Spesifikasi alat *Rotary Dryer* disampaikan pada Tabel 5.2 sebagai berikut:

Tabel 5.2 Spesifikasi Peralatan *Rotary Dryer*

| SPESIFIKASI <i>ROTARY DRYER</i> (B-120) | |
|---|---|
| Fungsi | Mengeringkan batu bara hingga kadar air 8% |
| Jenis | <i>Direct Heat Rotary Dryer</i> |
| Kapasitas | 314.835,6 kg/jam |
| Diameter | 1 m |
| Panjang | 3 m |
| Putaran | 2,3 rpm |
| Daya | 7,4 HP (6 kW) |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon Steel SA-240 Grade M type 316</i> |
| Jumlah | 1 |



Gambar 5.2 *Rotary Dryer*

5.2.2 *Screen*

Screening merupakan proses pemisahan berbagai campuran partikel padatan yang mempunyai berbagai ukuran bahan dengan menggunakan teknik ayakan. Pada proses pembuatan semi kokas ini berfungsi untuk mensortir ukuran batu bara sesuai yang diinginkan. *Screen* yang digunakan yaitu *shaking screen*.

5.2.2.1 Dasar Perancangan Screen

Material yang digunakan yaitu *Carbon Steel SA-7*. Ukuran batu bara yang sesuai akan diteruskan menuju *rotary dryer* untuk dilakukan proses selanjutnya. Sedangkan untuk ukuran yang tidak sesuai dikembalikan ke *crusher* untuk dilakukan proses penggerusan ulang. Kelebihan dari pemilihan *screen* tipe *shaking screen* adalah efisiensi biaya, perawatan mudah, dan efisiensi waktu karena pemasangannya yang mudah membuat waktu konstruksi lebih cepat

5.2.2.2 Asumsi Perhitungan Screen

Asumsi yang digunakan dalam perancangan *screen* sebagai berikut :

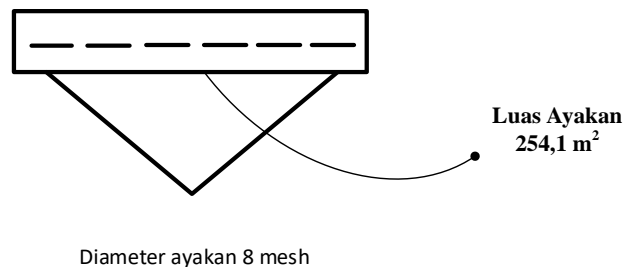
1. Bukaan ayakan 8 *mesh*
2. Bahan Konstruksi *Carbon Steel SA-7*
3. Jenis ayakan *square and slightly rectangular openings*

5.2.2.3 Spesifikasi Screen

Spesifikasi unit *Screen* disampaikan pada Tabel 5.3 sebagai berikut :

Tabel 5.3 Spesifikasi Peralatan *Shaking Screen*

| SPESIFIKASI SCREEN (S-172) | |
|----------------------------|---|
| Jenis Ayakan | <i>Square and Slightly Rectangular Openings</i> |
| Kapasitas Ayakan | 440,3409845 ton/jam |
| Bukaan Ayakan | 8 <i>mesh</i> |
| Diameter Plat | 0,8355 mm |
| Luas Ayakan | 254,1 m ² |
| Panjang Ayakan | 15,9 m |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon Steel SA-7</i> |
| Jumlah | 1 |



Gambar 5.3 *Screen*

5.2.3 *Gyratory Crusher*

Gyratory crusher terdiri dari kerucut padat yang dipasang pada poros berputar dan ditempatkan di dalam badan berongga. Memiliki sisi miring berbentuk kerucut atau vertikal. Material dihancurkan ketika permukaan penghancur saling mendekat dan produk yang dihancurkan jatuh melalui lubang pelepasan (haldar, 2018).

5.2.3.1 *Dasar Perancangan Gyratory Crusher*

Pada unit pemisahan ini, menggunakan *crusher* jenis *gyratory crusher*. Ukuran material yang masuk pada *gyratory crusher* adalah 20-30 cm kemudian dikecilkan ukurannya menjadi 5-7 cm. *Gyratory crusher* merupakan pemecah berbentuk conis, karena itu kadang disebut *cone crusher*. *Gyratory crusher* hampir sama dengan *jaw crusher*, perbedaannya terletak pada cara pemberian tekanan. Tekanan pada *gyratory crusher* tekanan diberikan dari arah samping. Hasil pemecahan *crusher* ini rata-rata berbentuk kubus dan *uniform*. Hal ini karena bentuk lengkung dari *cone* dan *bowl* yang mempunyai permukaan cekung (*concave*).

5.2.3.2 *Asumsi Perhitungan Gyratory Crusher*

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam perancangan *Gyratory Crusher* adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas 400 Ton/Jam.
2. Diameter umpan 20-30 cm.

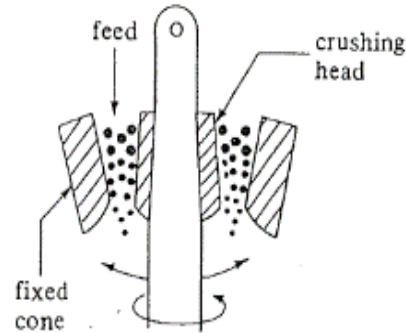
5.2.3.3 *Spesifikasi Gyratory Crusher*

Spesifikasi unit *Gyratory Crusher* disampaikan pada Tabel 5.4 sebagai berikut :

Tabel 5.4 Spesifikasi Peralatan *Gyratory Crusher*

| <i>Crusher (C-110)</i> | |
|--------------------------|-------------------------|
| Tipe | <i>Gyratory Crusher</i> |
| Kapasitas | 400 Ton/Jam |
| Rpm <i>shaft</i> | 320 rpm |
| <i>Opening Dimention</i> | 26 x 100 inch |

| Crusher (C-110) | |
|------------------------|-----------|
| <i>Power</i> | 149,14 kW |



Gambar 5.4 *Gyratory Crusher*

5.2.4 Blake Jaw Crusher

Blake jaw crusher merupakan salah satu jenis *crusher* yang cocok digunakan untuk menghancurkan material yang cukup keras dengan ukuran yang besar. Poros rahang penghancurnya terletak di atas dan dapat bergerak sehingga dapat memberikan tekanan maksimal terhadap partikel dan menghindari penyumbatan.

5.2.4.1 Dasar Perancangan *Black Jaw Crusher*

Pada unit pemisahan ini, menggunakan *crusher* jenis *black jaw crusher*. Ukuran material yang masuk pada *blake jaw crusher* adalah 4-5 cm dan dikecilkan menjadi ukuran 0,5-2,5 cm. *Black jaw crusher* merupakan pemecah yang mempunyai dua plat yang terbuat dari baja dengan letak saling berhadapan yang terdiri dari dua rahang (*jaw*). Salah satu rahang dapat digerakkan (*swing*) dan sisi rahang lainnya diam (*fixed*).

5.2.4.2 Asumsi Perhitungan *Blake Jaw Crusher*

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam perancangan *Blake Jaw Crusher* adalah sebagai berikut :

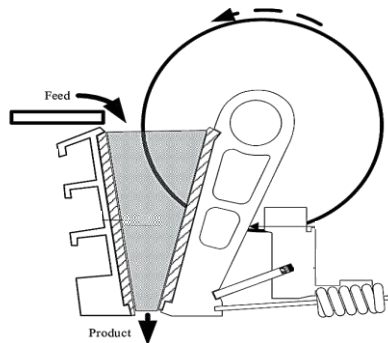
1. Kapasitas 46,85 kg/jam.
2. Diameter umpan 4-5 cm.

5.2.4.3 Spesifikasi Blake Jaw Crusher

Spesifikasi unit *Blake Jaw Crusher* disampaikan pada Tabel 5.5 sebagai berikut :

Tabel 5.5 Spesifikasi Peralatan *Blake Jaw Crusher*

| <i>Jaw Crusher (C-130)</i> | |
|----------------------------|--------------------------|
| Tipe | <i>Blake Jaw Crusher</i> |
| Kapasitas | 32-50 ton/jam |
| Model | Standard 81 |
| <i>Feed Opening</i> | 12 x 36 inch |
| <i>Closed Setting</i> | 1 inch |
| <i>Weight</i> | 17 lb |
| <i>Feed min.</i> | 1 inch |
| <i>Feed max.</i> | 5 inch |
| <i>Output min.</i> | 0,2 inch |
| <i>Output max.</i> | 1 inch |
| <i>Power</i> | 25-40 HP (19-30 kW) |



Gambar 5.5 *Blake Jaw Crusher*

5.2.5 Scrubber

Scrubber adalah peralatan yang menghilangkan polutan dari aliran gas. Laju perpindahan gas ke dalam cairan tergantung pada kelarutan, mekanisme perpindahan massa, dan konsentrasi kesetimbangan gas dalam larutan. *Scrubber* merupakan separator menggunakan cairan untuk membentuk beberapa jenis permukaan cairan untuk membantu pengaturan internal separator dalam tindakan pemisahan. Pada dasarnya partikel debu atau cairan yang masuk dibasahi oleh

aksi cairan (biasanya air atau minyak) dan dibuat lebih besar atau lebih berat sehingga dapat dipisahkan dari aliran yang bergerak (Cheremisinoff, 2010).

5.2.5.1 Dasar Perancangan *Scrubber*

Terjadi proses pemisahan tar dan gas batu bara yang keluar dari tungku karbonisasi. Dengan temperatur air penyemprot (*spraying temperature*) 50-70°C. Umpan berupa *coke oven gas* hasil samping dari karbonisasi batu bara dan tar dalam fasa cair. Material yang digunakan adalah *carbon steel sa-240 grade m type 316. Austenitic stainless steel* ini adalah salah satu jenis material yang mengandung kromium yang cukup tinggi sehingga memiliki ketahanan korosi yang baik. Hal ini disesuaikan karena *scrubber* termasuk dalam salah satu jenis alat kontak gas dan padatan.

5.2.5.2 Asumsi Perhitungan *Scrubber*

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam perancangan *Scrubber* adalah sebagai berikut :

1. Volume ruang kosong 80% dari volume total.
2. Tekanan 49,35 atm.
3. Waktu tinggal 10 menit.
4. Densitas TAR sebesar 1120 kg/m³.

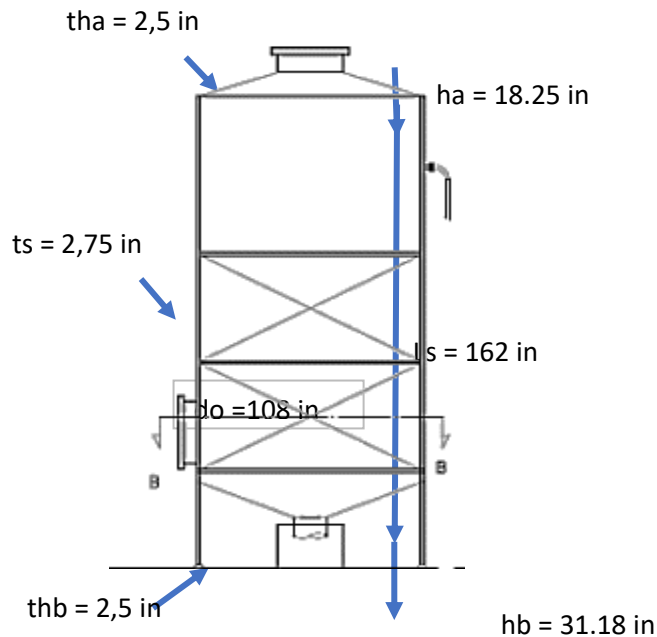
5.2.5.3 Spesifikasi *Scrubber*

Spesifikasi unit *Scrubber* disampaikan pada Tabel 5.6 sebagai berikut :

Tabel 5.6 Spesifikasi Peralatan *Blake Jaw Crusher*

| <i>Scrubber (D-120)</i> | |
|--------------------------------|--|
| Fungsi | Memisahkan TAR yang berbentuk gas dari COG |
| Fasa | Cair-Gas |
| Jumlah | 1 |
| Bentuk | <i>Vertical Scrubber Single Stage</i> |
| Bahan Kontruksi | SA 240 Grade M type 316 |
| Kapasitas | 116.004,23 |
| Kondisi Operasi | |
| Tekanan (atm) | 49,35 |

| Scrubber (D-120) | |
|--------------------------|---|
| Suhu (°C) | 50 |
| Waktu Tinggal (jam) | 0,1666667 |
| Bentuk | Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>conical</i> |
| Diameter luar | 108 in |
| Tebal tangki | 2,75 in |
| Tebal tutup atas | 2,5 in |
| Tinggi tutup atas | 18,25 in |
| Tebal tutup bawah | 2,5 in |
| Tinggi tutup bawah | 31,18 in |
| Tinggi Tangki | 162 in |
| Volume (m ³) | 21,5782 m ³ |



Gambar 5.6 *Scrubber*

5.2.6 *Decanter*

Mesin *Decanter* bekerja dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Biasanya memiliki sebuah silinder yang digunakan sebagai poros separator. Cairan yang masuk ke bagian silinder akan diputar dengan kecepatan putaran yang membentuk sebuah gaya sentrifugal sehingga komponen di dalamnya akan terpisah.

5.2.6.1 *Dasar Perancangan Decanter*

Pada unit pemisahan ini, menggunakan *crusher* jenis *black jaw crusher*. Ukuran material yang masuk pada *blake jaw crusher* adalah 4-5 cm dan dikecilkan menjadi ukuran 0,5-2,5 cm. *Black jaw crusher* merupakan pemecah yang mempunyai dua plat yang terbuat dari baja dengan letak saling berhadapan yang terdiri dari dua rahang (*jaw*). Salah satu rahang dapat digerakkan (*swing*) dan sisi rahang lainnya diam (*fixed*).

5.2.6.2 Asumsi Perhitungan *Decanter*

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam perancangan *Decanter* adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas 181.169,7 kg/jam.
2. Area *interface* diasumsikan 80% dari diameter.
3. Panjang *decanter* 5 kali diameter.
4. Ukuran *droplet* 150 mikron.
5. Jarak *baffle* 0,3D

5.2.6.3 Spesifikasi *Decanter*

Spesifikasi unit *Decanter* disampaikan pada Tabel 5.7 sebagai berikut :

Tabel 5.7 Spesifikasi Peralatan *Decanter*

| <i>Decanter (D-210)</i> | |
|-------------------------|------------------|
| <i>Rate Tar</i> | 60979,81 kg/jam |
| <i>Rate air</i> | 120189,82 kg/jam |
| Kecepatan Pengendapan | 9,06349 ft/s |



Gambar 5.7 *Decanter*

5.2.7 *Cyclone*

Cyclone digunakan untuk menghilangkan partikel dan untuk pengambilan sampel partikel. Proses pemisahan siklon bergantung pada percepatan sentrifugal yang dihasilkan ketika fluida bermuatan partikel mengalami gerakan berputar. Semakin besar partikel maka semakin mudah partikel dikumpulkan. Partikel berdiameter kecil menembus siklon sedangkan partikel berdiameter besar menemukan jalan ke dinding samping bagian silinder siklon dan kemudian dikumpulkan di puncak siklon.

5.2.7.1 Dasar Perancangan *Cyclone*

Penggunaan *cyclone* pada produksi Semi Kokas dikarenakan fungsi dari *cyclone* adalah pemisahan berdasarkan berat jenis (densitas) sehingga dengan adanya *cyclone*, material-material yang berukuran kecil terbawa oleh udara kering yang keluar melalui aliran *outlet rotary dryer* dapat *direcycle* kembali untuk ditambahkan pada *Double Roll Mixer*.

5.2.7.2 Asumsi Perhitungan *Cyclone*

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam perancangan *Cyclone* adalah sebagai berikut :

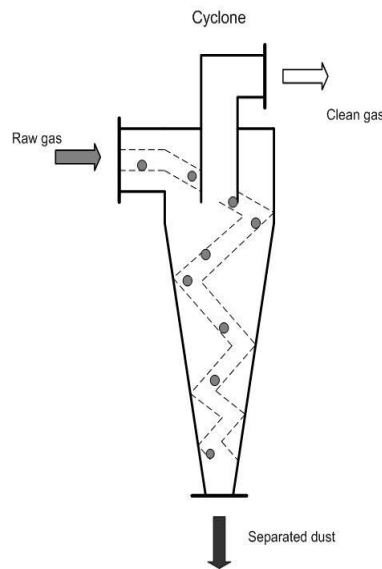
1. Kapasitas 28038,24 kg/jam.
2. Diameter partikel 3000 mikron.

5.2.7.3 Spesifikasi *Cyclone*

Spesifikasi unit *Cyclone* disampaikan pada Tabel 5.8 sebagai berikut :

Tabel 5.8 Spesifikasi Peralatan *Cyclone*

| <i>Cyclone (H-122)</i> | |
|------------------------|-----------------|
| Kapasitas | 28038,24 kg/jam |
| Laju alir gas masuk | 337,54 cuft/s |
| Luas Penampang | 4,494 ft |
| Diameter | 0,8 m |
| Tinggi | 3,1 m |



Gambar 5.8 Cyclone

5.3 Unit Pencampuran

Pencampuran merupakan proses yang menggabungkan dua macam atau lebih komponen bahan yang berbeda hingga tercapai suatu keseragaman. Tujuan dari pencampuran yaitu bergabungnya bahan menjadi suatu campuran yang homogen. Pencampuran dapat didefinisikan sebagai unit proses yang bertujuan memberi perlakuan terhadap dua atau lebih dari dua komponen yang terpisah atau belum tercampur sehingga setiap partikel dari suatu bahan terletak sedekat mungkin dan kontak dengan bahan atau komponen lain (aulton, 2002). Menurut lachman, pencampuran didefinisikan sebagai proses yang cenderung mengakibatkan pengocokan partikel yang tidak sama dalam suatu sistem. Pencampuran dilakukan untuk menghasilkan distribusi dari dua atau lebih bahan menjadi homogen. Peristiwa elementer pencampuran adalah penyisipan antar partikel jenis yang satu diantara partikel jenis lain (atau beberapa jenis bahan yang lain). Pada umumnya, prinsip pencampuran bahan diturunkan dari prinsip mekanika fluida dan perpindahan bahan apabila terjadi gerakan atau perpindahan bahan yang akan dicampur baik secara horizontal ataupun vertikal. Prinsip pencampuran didasarkan pada peningkatan pengacakan dan distribusi komponen yang mempunyai sifat yang berbeda. Derajat pencampuran dapat dikarakterisasi dari waktu yang dibutuhkan, keadaan produk, atau bahkan jumlah tenaga yang dibutuhkan untuk melakukan pencampuran.

5.3.1 Double Roll Mixer

Mixer merupakan alat pengaduk. Fungsi *mixer* yaitu mengaduk bahan hingga merata atau homogen. Mekanisme kerja *mixer*, *mixer* bekerja memerlukan energi listrik, untuk memutar dinamo. Dinamo tersebut dihubungkan dengan alat pengaduk. Kecepatan putaran *mixer* dapat diatur (rendah, sedang, tinggi). Bahan yang akan diaduk dimasukkan dalam *mixer*, lalu *mixer* dinyalakan. Kemudian bahan dimasukkan dalam wadah secara perlahan untuk diaduk. Inputan *mixer* berasal dari hasil *rotary dryer* yang berisi batu bara kering dan umpan lainnya berupa tar dari tangka pemanas tar.

5.3.2.1 Dasar Perancangan Double Roll Mixer

Pada proses pencampuran antara batu bara kering dan Tar, dimana batu bara kering dari *Rotary Dryer* dan Tar dari tangka pemanas tar sebesar 10%. *Mixer* digunakan untuk proses pencampuran dengan pemilihan jenis bahan material yang digunakan adalah *Stainless Steel SA-167 Grade B Type 304*. Pemilihan material ini dikarenakan memiliki struktur yang kuat, ketahanan yang baik terhadap korosi, serta harganya lebih murah.

5.3.2.2 Asumsi Perhitungan Double Roll Mixer

Asumsi-asumsi yang digunakan untuk merancang *Double Roll Mixer* adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas 2572,914 ft³.
2. Waktu tinggal 15 menit.

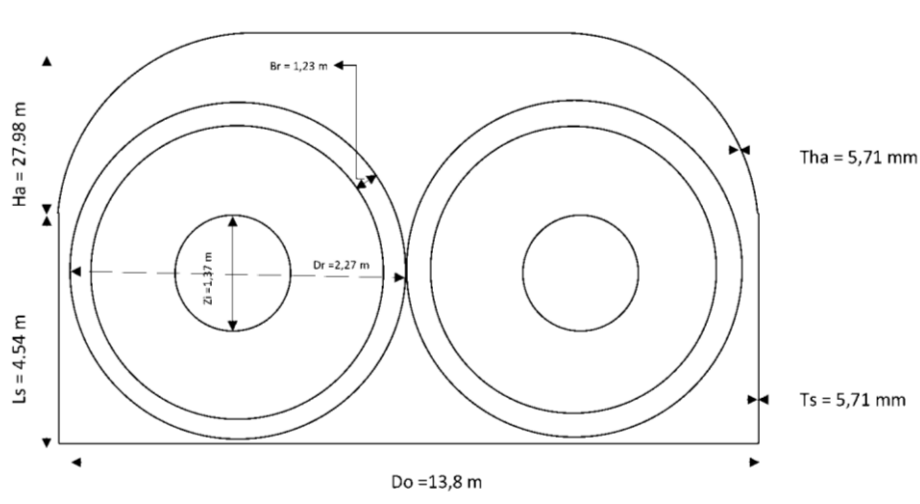
5.3.2.3 Spesifikasi Double Roll Mixer

Spesifikasi unit *Double Roll Mixer* disampaikan pada Tabel 5.9 sebagai berikut :

Tabel 5.9 Spesifikasi Peralatan *Double Roll Mixer*

| SPESIFIKASI DOUBLE ROLL MIXER (M-140) | |
|---------------------------------------|---|
| Fungsi | Mencampur batubara dengan tar proses untuk membentuk <i>granule</i> |
| Nama fluida | <i>Granule</i> batu bara |
| Kapasitas | 2572,914 ft ³ |

| SPESIFIKASI <i>DOUBLE ROLL MIXER</i> (M-140) | |
|--|--|
| Material | <i>Stainless Steel SA-167 Grade B Type 304</i> |
| Ukuran | |
| ID | 21,4955 ft |
| OD | 21,511 ft |
| Tinggi <i>Shell</i> (L_s) | 7,1 ft |
| Tebal <i>Shell</i> (t_s) | 0,016 ft |
| Jenis pengaduk | <i>Muller Pan Mixer</i> |
| Jumlah | 1 buah |
| <i>Power</i> Pengaduk | 10,47 kW |



Gambar 5.9 *Double Roll Mixer*

5.3.2 *Double Roll Briquette*

Briket adalah blok terkompresi dari batu bara yang digunakan untuk bahan bakar. Pembuatan briket yaitu pemadatan batu bara yang mudah terbakar dan pengikat tar. *Double roll briquette* menggunakan dua rol untuk memadatkan campuran batu bara dan tar yang berasal dari keluaran *double roll mixer*.

5.3.2.1 *Dasar Perancangan Double Roll Briquette*

Pada proses pembriketan menggunakan *roller* dengan jenis bahan 65Mn. Rol 65Mn adalah sejenis bahan tuang baja dengan biaya rendah. Umumnya rol

65Mn digunakan pada mesin briket kecil dengan bahan lunak, seperti batu bara. Tekanan pada mesin briket yaitu 200 kg/cm².

5.3.2.2 Asumsi Perhitungan *Double Roll Briquette*

Asumsi-asumsi yang digunakan untuk merancang *Double Roll Briquette* adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas *Double Roll Briquette* 301.811,96 lb/jam
2. Volume bahan 80%
3. Volume ruang kosong 20%
4. Pengelasan *Double Welded but jointt*
5. Faktor Korosi 1/8

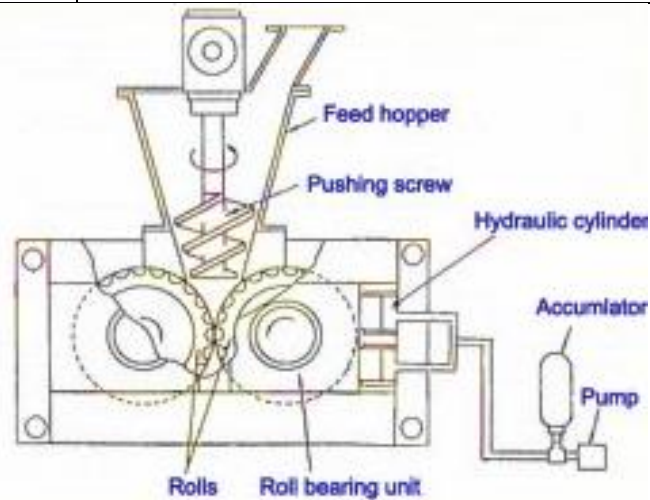
5.3.2.3 Spesifikasi *Double Roll Mixer*

Spesifikasi unit *Double Roll Briquette* disampaikan pada Tabel 5.10 sebagai berikut :

Tabel 5.10 Spesifikasi Peralatan *Double Roll Briquette*

| SPESIFIKASI <i>DOUBLE ROLL BRIQUETTE</i> (S-150) | |
|--|--|
| Fungsi | Membuat butiran batu bara menjadi besar sehingga ideal untuk dikarbonisasi |
| <i>Feed</i> | 312,314 ton/jam |
| Kapasitas | 50 ton/jam |
| Jumlah | 6 |
| Tipe | <i>Double Roll Briquette</i> |
| Jumlah Roll | 2 |
| Diameter Roll | 1000 mm |
| Material Roll | 65 Mn |
| Lebar Diameter | 650 mm |
| Tekanan | 200 kg/cm ² |
| Daya | 132 kW |
| Panjang | 3,7 m |
| Lebar | 2 m |
| Tinggi | 2,85 m |

| SPESIFIKASI <i>DOUBLE ROLL BRIQUETTE</i> (S-150) | |
|--|----------|
| Ukuran Briket | 30-50 mm |



Gambar 5.10 *Double Roll Mixer*

5.4 Unit Penukar Panas

Penukar panas atau *heat exchanger* merupakan alat yang mengalami perpindahan panas dan berfungsi sebagai pemanas maupun pendingin. Pada umumnya, medium pemanas menggunakan uap lewat panas (*superheated steam*) sedangkan medium pendingin menggunakan air biasa (*cooling water*). *Heat exchanger* dirancang sehingga perpindahan panas yang terjadi berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak antar material baik antara material yang terdapat dinding pemisah maupun yang bercampur langsung.

5.4.1 *Spray Quencher*

spray quencher berfungsi untuk menurunkan temperatur menggunakan uap air. umpan *spray quenching* berasal dari *output coke oven battery* berupa semi kokas kering dengan temperature 700°C. keluaran *spray quencher* yaitu semi kokas dengan kadar air sekitar 7%. sistem pendinginan pada *spray quencher* menggunakan media pendingin berupa air.

5.4.1.1 Dasar Perancangan *Spray Quencher*

jenis *cooler* yang digunakan pada proses produksi semi kokas yaitu *spray quencher*. pemilihan jenis *cooler* ini karena pada saat keluar dari *coke oven battery*, semi kokas memiliki temperatur 700°C sehingga diperlukan pendinginan

agar semi kokas tidak terbakar. prinsip kerja *spray quencher* adalah dengan menyemprotkan air sebagai media pendingin. material yang digunakan pada *spray quenching* yaitu *inconel alloy 600*. pemilihan bahan material jenis ini dikarenakan merupakan paduan nikel-kromium yang digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan ketahanan korosi dan suhu tinggi. paduan nikel ini dirancang untuk suhu servis dari kriogenik hingga suhu tinggi dalam kisaran 2000 f (1093°C).

5.4.1.2 Asumsi Perhitungan *Spray Quencher*

Asumsi-asumsi yang digunakan untuk merancang *Spray Quencher* adalah sebagai berikut :

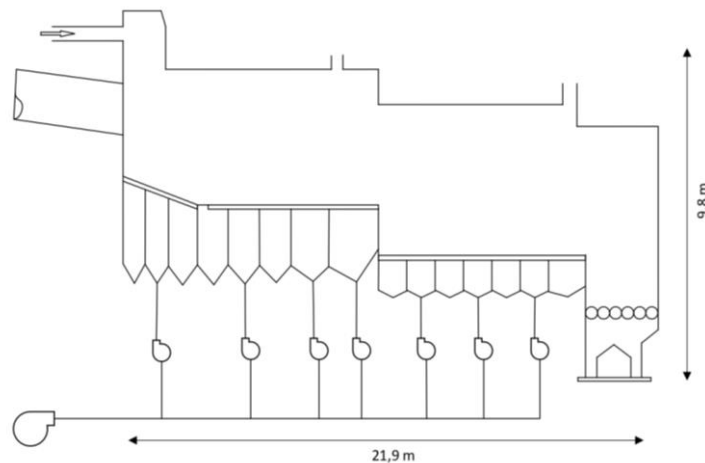
1. Kapasitas 121212 kg/batch.
2. Jenis *heat exchanger* yang digunakan adalah *Spray Quenching*.

5.4.1.3 Spesifikasi *Spray Quenching*

Spesifikasi unit *Spray Quenching* disampaikan pada Tabel 5.11 sebagai berikut :

Tabel 5.11 Spesifikasi Peralatan *Spray Quenching*

| | |
|-----------------------|------------------------|
| Kode Alat | P-170 |
| Tipe | <i>Spray Quenching</i> |
| Kapasitas | 121212 kg/batch |
| Ukuran Bak | 52,5 x 14,8 x 14,8 ft |
| Kebutuhan Air | 41012,83 lb/ jam |
| Laju Air | 294882 gpm |
| Active Area | 1,41 ft ² |
| <i>Downcomer Area</i> | 0,224 ft ² |
| <i>Tower Area</i> | 1,63 ft ² |
| Jumlah Valve | 20 Unit |



Gambar 5.11 *Spray Quenching*

5.5 Unit Pengalihan dan Unit Penyimpanan Bahan

Unit pengalihan bahan memiliki peranan penting terhadap proses produksi Semi Kokas. Unit pengalihan bahan pada proses produksi Semi Kokas terdiri dari sistem perpipaan, pompa, kompresor, dan *conveyor*. Sistem perpipaan, pompa dan kompresor berfungsi untuk mengalirkan fluida dari satu unit ke unit lain dan sistem *conveyor* berfungsi untuk akomodasi perpindahan bahan padatan dari satu unit ke unit lain.

Terdapat beberapa unit penyimpanan bahan pada pabrik Semi Kokas. Tempat penyimpanan berfungsi untuk menampung bahan baku dan produk. Pada Pra Desain pabrik Semi Kokas dipertimbangkan untuk pemilihan penyimpanan bahan padat berupa silo. Penyimpanan tersebut memiliki tutup atas dan tutup bawah berbentuk *flat* (datar).

5.5.1 Pipa

Sistem perpipaan berfungsi untuk mengalirkan fluida dari alat yang satu ke alat yang lainnya, seperti minyak, gas atau air dalam jumlah yang sangat besar dan jarak yang jauh. Selain itu, perpipaan juga digunakan untuk mengalirkan energi baik berupa *steam* atau mengambil energi dalam bentuk *cooling water* dan gas. Perancangan, pemilihan, dan penyusunan pipa harus diperhatikan karena mempengaruhi pengeluaran akibat pemilihan pipa yang tidak tepat, kegagalan operasi akibat menghambat aliran proses, kerusakan pada pipa, kehilangan energi, dan rangkaian yang tidak teratur. Oleh karena itu, pemasangan pipa memerlukan

peninjauan efisiensi dari segi penempatan terhadap unit-unit operasi yang terlibat, daerah-daerah yang ditempati, jenis dan jumlah material yang dialirkan, serta faktor teknis lainnya.

5.5.1.1 Dasar Perancangan

Pemilihan sistem perpipaan berdasarkan beberapa pertimbangan yang digunakan pada industri untuk menghasilkan produk dalam skala besar. Sistem perpipaan berfungsi untuk akomodasi terjadinya perpindahan bahan berupa fluida dari satu unit ke unit lain.

Terdapat beberapa faktor yang harus ditentukan dalam perancangan perpipaan, meliputi diameter pipa, tebal pipa, material, dan *pressure drop*. Pipa yang terdapat di pasaran dispesifikasikan berdasarkan diameter dan ukuran ketebalan. Diameter dan ketebalan pipa dapat dilihat dari ukuran nominal dan *schedule number* pipa. Ketebalan pipa merupakan tebal pipa yang dapat menahan tekanan yang ada pada aliran ditambah dengan ekstra ketebalan untuk kemungkinan terjadinya korosi. Material yang digunakan dalam perancangan sistem perpipaan adalah *Carbon Steel SA 240 Grade M type 316*. Pemilihan spesifikasi material didasarkan pada pertimbangan material jenis umum yang terdapat di pasaran sehingga kemungkinan besar harganya jauh lebih murah dibandingkan material dengan spesifikasi yang lebih khusus.

5.5.1.2 Asumsi Perhitungan

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam merancang sistem perpipaan adalah sebagai berikut :

- a. Aliran di dalam pipa berada dalam kondisi *turbulen*.
- b. Tidak ada fenomena *backmixing*.
- c. Densitas fluida di dalam pipa konstan.

5.5.1.3 Spesifikasi Peralatan

Spesifikasi sistem perpipaan disampaikan pada Tabel 5.5 sebagai berikut:

Tabel 5.12 Spesifikasi Peralatan Sistem Perpipaan

| Kode Alat | Densitas (lb/ft ²) | Luas Permukaan (ft ²) | ID (in) | OD (in) | Schedule |
|-----------|--------------------------------|-----------------------------------|---------|---------|----------|
| L-242 A/B | 93,63 | 0,0884 | 4,026 | 4,5 | 40 |
| L-252 A/B | 93,63 | 0,0884 | 4,026 | 4,5 | 40 |
| L-233 A/B | 93,63 | 0,139 | 5,047 | 5,563 | 40 |
| L-221 | 3129,1146 | 0,0233 | 2,067 | 2,375 | 40 |
| L-254 A/B | 62,242 | 0,0233 | 2,067 | 2,375 | 40 |
| L-181 A/B | 62,42 | 0,0233 | 2,067 | 2,375 | 40 |

5.5.2 Pompa

Pompa merupakan alat yang berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran. Dalam aplikasi kehidupan sehari-hari banyak sekali aplikasi yang berkaitan dengan pompa. Dari sekian banyak pompa yang ada tentunya mempunyai prinsip kerja dan kegunaan yang berbeda-beda namun memiliki fungsi yang sama. Jenis pompa yang digunakan dalam proses ini adalah pompa sentrifugal dengan mempertimbangkan keunggulan-keunggulan dan kinerja pompa tersebut.

5.5.2.1 Dasar Perancangan

Jenis pompa secara umum terdiri dari 2 jenis, yaitu pompa dinamik dan *positive-displacement*. Pompa dinamik contohnya adalah pompa *centrifugal* sedangkan contoh dari pompa *positive-displacement* adalah pompa *rotary* dan pompa *reciprocating*. Pada proses produksi Semi kokas ini terdapat 1 buah pompa yang berfungsi untuk mengalirkan air pendingin menuju ke boiler. Pompa yang dipilih untuk digunakan adalah pompa sentrifugal. Kelebihan-kelebihan yang dimiliki pompa sentrifugal dibanding pompa *positive displacement*, antara lain :

1. Dapat digunakan untuk berbagai sifat fluida yang bervariasi, seperti cairan bersih, cairan tersuspensi, dan cairan yang bersifat abrasif. Pompa *positive displacement* hanya dapat digunakan untuk cairan bersih (*reciprocating*) atau cairan *viscous* tapi tidak abrasif (*rotary*).

2. Dapat digunakan pada rentang viskositas dan densitas cairan yang lebih besar.
3. Kapasitas bervariasi dari rendah ke tinggi.
4. Aliran seragam (non-pulsating) dan operasi yang tenang (tidak berisik).

Penggunaan Pompa pada pabrik Semi kokas diberikan kode alat yaitu (L). Hal ini disesuaikan karena Pompa termasuk dalam salah satu jenis alat pengalihan bahan berupa fluida cair.

5.5.2.2 Asumsi Perhitungan

Asumsi yang digunakan dalam merancang Pompa sebagai berikut:

1. Tipe pompa *Centrifugal*.
2. Tekanan sama yaitu 1 atm.
3. Material yang digunakan adalah SA 240 Grade M type 316.

5.5.2.3 Spesifikasi Peralatan

1. Spesifikasi pompa disampaikan pada Tabel 5.13 sebagai berikut :

Tabel 5.13 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 242 A/B)

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|-------------------------------------|---|
| Kode | L – 242 A/B |
| Nama Alat | Pompa Air |
| Tipe | <i>Centrifugal</i> |
| Fungsi | Untuk mengalirkan tar menuju <i>Double Roll Mixer</i> |
| Kapasitas | 34701,6 kg/jam |
| Daya Pompa | 8 Hp |
| Jumlah | 1 |
| Material | SA 240 Grade M type 316 |

2. Spesifikasi pompa disampaikan pada Tabel 5.14 sebagai berikut :

Tabel 5.14 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 252 A/B)

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|-------------------------------------|--|
| Kode | L – 252 A/B |
| Nama Alat | Pompa Air |
| Tipe | <i>Centrifugal</i> |
| Fungsi | Untuk mengalirkan tar menuju Pemanas Tar |
| Kapasitas | 60979,81 kg/jam |
| Daya Pompa | 8 Hp |

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Jumlah | 1 |
| Material | SA 240 Grade M type 316 |

3. Spesifikasi pompa disampaikan pada Tabel 5.15 sebagai berikut :

Tabel 5.15 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 233 A/B)

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|-------------------------------------|--|
| Kode | L – 233 A/B |
| Nama Alat | Pompa Air |
| Tipe | <i>Centrifugal</i> |
| Fungsi | Untuk mengalirkan tar dari <i>Decanter</i> menuju tangka penyimpanan |
| Kapasitas | 60979,81 kg/jam |
| Daya Pompa | 11 Hp |
| Jumlah | 1 |
| Material | SA 240 Grade M type 316 |

4. Spesifikasi pompa disampaikan pada Tabel 5.16 sebagai berikut :

Tabel 5.16 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 221 A/B)

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|-------------------------------------|---|
| Kode | L – 221 A/B |
| Nama Alat | Pompa Air |
| Tipe | <i>Centrifugal</i> |
| Fungsi | Untuk mengalirkan air dari <i>Scrubber</i> ke <i>Decanter</i> |
| Kapasitas | 181168,81 kg/jam |
| Daya Pompa | 63 Hp |
| Jumlah | 1 |
| Material | SA 240 Grade M type 316 |

5. Spesifikasi pompa disampaikan pada Tabel 5.17 sebagai berikut :

Tabel 5.17 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 254 A/B)

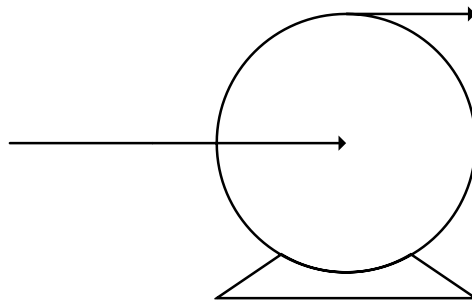
| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|-------------------------------------|--|
| Kode | L – 254 A/B |
| Nama Alat | Pompa Air |
| Tipe | <i>Centrifugal</i> |
| Fungsi | Untuk mengalirkan air dari <i>boiler</i> ke tangka pemanas |

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Kapasitas | 6518,6751 kg/jam |
| Daya Pompa | 7 Hp |
| Jumlah | 1 |
| Material | SA 240 Grade M type 316 |

6. Spesifikasi pompa disampaikan pada Tabel 5.18 sebagai berikut :

Tabel 5.18 Spesifikasi Peralatan Pompa (L – 181 A/B)

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|-------------------------------------|--|
| Kode | L – 181 A/B |
| Nama Alat | Pompa Air |
| Tipe | <i>Centrifugal</i> |
| Fungsi | Untuk mengalirkan air dari <i>boiler</i> menuju <i>quenching</i> |
| Kapasitas | 6518,6751 kg/jam |
| Daya Pompa | 7 Hp |
| Jumlah | 1 |
| Material | SA 240 Grade M type 316 |



Gambar 5.12 Pompa

5.5.3 Kompresor

Kompresor merupakan peralatan mekanik yang digunakan untuk memberikan energi kepada fluida gas sehingga gas dapat mengalir dari suatu tempat menuju tempat yang lain secara berkelanjutan. Fungsi kompresor adalah mengubah energi mekanik (kerja) ke dalam energi tekanan (potensial) dan energi panas yang tidak berguna. Pada pabrik Semi Kokas menggunakan *Axial-flow Compressor* yang memiliki prinsip kerja yaitu menghisap udara dan udara yang mengalir dikompresikan hampir lurus dengan sumbu *engine (axial)*.

5.5.3.1 Dasar Perancangan

Pada dunia industri, kompresor merupakan komponen yang berperan penting sebagai satu kesatuan dari mesin. Udara adalah gas yang akan di kompresi di dalam kompresor. Perubahan tekanan dan temperatur pada udara mengakibatkan perubahan massa jenis udara. Proses pemampatan akan menaikkan tekanan dan temperatur, bersamaan dengan itu terjadi perubahan volume sehingga tingkat kerapatan udara juga berubah. Udara mampat mempunyai massa jenis yang lebih besar di dibandingkan dengan udara luar.

Axial-flow compressor terdiri dua elemen yaitu *rotor* dan *stator*. Kompresor jenis ini menggunakan *diffuser* untuk menaikkan tekanan. Penggunaan kompresor jenis ini karena energi yang hilang rendah sebab udara yang mengalir melalui kompresor hampir lurus dengan bentuk *engine (axial)* dan tekanan yang dihasilkan lebih besar sebab kompresor dapat didesain bertingkat-tingkat atau tergantung kebutuhan tenaga *engine*.

5.5.3.2 Asumsi Perhitungan

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam merancang Kompresor adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi motor diasumsikan 80%.
2. Tekanan masuk 15,979 psia.

5.5.3.3 Spesifikasi Peralatan

Spesifikasi kompresor disampaikan pada Tabel 5.19 sebagai berikut :

Tabel 5.19 Spesifikasi Peralatan Kompresor (G-124 A/B)

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | | | |
|-------------------------------------|---|------------------|------------|
| Kode | G-124 A/B | | |
| Nama Alat | Kompresor | | |
| Tipe | <i>Axial-flow Compressor</i> | | |
| Fungsi | Menghasilkan <i>supply</i> udara untuk umpan pada <i>rotary dryer</i> | | |
| <i>Design</i> | | | |
| Kapasitas | 9600.739774 ft ³ /min | Daya | 193.438 kW |
| Efisiensi | 80% | Jumlah | 1 buah |
| T _{in} | 40°C | T _{out} | 50°C |

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| P _{in} | 15,979 psia | P _{out} | 21,592 Psia |
| Material | SA 240 Grade M type 316 | | |

5.5.4 *Belt Conveyor*

Belt conveyor atau konveyor sabuk adalah pesawat pengangkut yang digunakan untuk memindahkan muatan dalam bentuk satuan atau tumpahan, dengan arah horizontal atau membentuk sudut dakian atau *inklinasi* dari suatu sistem operasi yang satu ke sistem operasi yang lain dalam suatu line proses produksi, yang menggunakan sabuk sebagai penghantar muatannya. *Belt conveyor* pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada *belt conveyor* ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut (Zainuri, ST, 2006).

5.3.2.1 Dasar Perancangan

Belt Conveyor memiliki komponen utama berupa sabuk yang berada diatas *roller-roller* penumpu. Sabuk digerakkan oleh motor penggerak melalui suatu *pulley*, sabuk bergerak secara translasi dengan melintas datar atau miring tergantung kepada kebutuhan dan perencanaan. Material diletakkan diatas sabuk dan bersama sabuk bergerak kesatu arah. Pada pengoperasian konveyor sabuk menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik dengan perantara roda gigi yang dikopel langsung kepuli penggerak. Sabuk yang berada diatas *roller – roller* akan bergerak melintasinya dengan kecepatan sesuai putaran dan puli penggerak. Penggunaan *Belt conveyor* pada pabrik semi kokas diberikan kode Alat yaitu (C). hal ini disesuaikan karena *Belt conveyor* termasuk dalam salah satu jenis alat pengalihan bahan padat.

Ada beberapa pertimbangan yang mendasari dalam perancangan *Belt Conveyor* sebagai berikut:

1. Karakteristik pemakaian, hal ini menyangkut jenis dan ukuran material, sifat material, serta kondisi medan atau ruang kerja alat.

2. Proses produksi, mengangkut kapasitas perjam dari unit, kontinuitas pemindahan, metode penumpukan material dan lamanya alat beroperasi.
3. Prinsip – prinsip ekonomi, meliputi ongkos pembuatan, pemeliharaan, pemasangan, biaya operasi dan juga biaya penyusutan dari harga awal alat tersebut.

5.3.2.2 Asumsi Perhitungan

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam merancang *Belt Conveyor* adalah sebagai berikut :

1. Massa jenis zat sama.
2. Efisiensi Motor diasumsikan sebesar 75%.

5.3.2.3 Spesifikasi Peralatan

1. Spesifikasi *Belt Conveyor* disampaikan pada Tabel 5.8 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.20 Spesifikasi Peralatan *Belt Conveyor* I (C-111)

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | | | |
|--|---|---------------------|---------------------|
| Kode | C-111 | | |
| Nama Alat | <i>Belt Conveyor</i> | | |
| Jenis | <i>Through Belt Conveyor</i> | | |
| Fungsi | Mengalirkan bahan baku (batu bara) menuju <i>gyratory crusher</i> | | |
| Kondisi Operasi | | | |
| Tekanan operasi | 1 atm | | |
| Design | | | |
| Kapasitas | 392 ton/jam | | |
| Data Mekanik | | | |
| Lebar <i>belt</i> | 24 in | Luas area beban | 0,03 m ² |
| Kecepatan <i>belt</i> normal | 1,517 m/s | <i>Power Center</i> | 4,04 hp/100-ft |
| Kecepatan <i>belt</i> maksimum | 2.033 m/s | <i>Power Lift</i> | 4,08 hp |
| <i>Power Total</i> | 6,06 hp (4,5153 kW) | Jumlah | 1 |

2. Spesifikasi *Belt Conveyor* disampaikan pada Tabel 5.21 sebagai berikut :

Tabel 5.21 Spesifikasi Peralatan *Belt Conveyor* II (C-121)

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|--|-------|
| Kode | C-121 |

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | | | |
|--|---|---------------------|----------------------|
| Nama Alat | <i>Belt Conveyor</i> | | |
| Jenis | <i>Through Belt Conveyor</i> | | |
| Fungsi | Mengalirkan batu bara dari <i>gyratory crusher</i> menuju <i>rotary dryer</i> | | |
| Kondisi Operasi | | | |
| Tekanan operasi | 1 atm | | |
| Design | | | |
| Kapasitas | 54 ton/jam | | |
| Data Mekanik | | | |
| Lebar <i>belt</i> | 18 in | Luas area beban | 0,017 m ² |
| Kecepatan <i>belt</i> normal | 1,267 m/s | <i>Power Center</i> | 4,04 hp/100-ft |
| Kecepatan <i>belt</i> maksimum | 1,783 m/s | <i>Power Lift</i> | 0,58 hp |
| <i>Power Total</i> | 0,95 kW | Jumlah | 1 |

3. Spesifikasi *Belt Conveyor* disampaikan pada Tabel 5.22 sebagai berikut :

Tabel 5.22 Spesifikasi Peralatan *Belt Conveyor* III (C-151)

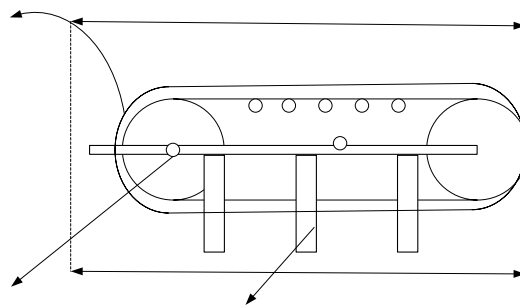
| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | | | |
|--|--|---------------------|----------------------|
| Kode | C-151 | | |
| Nama Alat | <i>Belt Conveyor</i> | | |
| Jenis | <i>Through Belt Conveyor</i> | | |
| Fungsi | Mengalirkan batu bara dari <i>rotary dryer</i> menuju <i>blake jaw crusher</i> | | |
| Kondisi Operasi | | | |
| Tekanan operasi | 1 atm | | |
| Design | | | |
| Kapasitas | 54 ton/jam | | |
| Data Mekanik | | | |
| Lebar <i>belt</i> | 18 in | Luas area beban | 0,017 m ² |
| Kecepatan <i>belt</i> normal | 1,267 m/s | <i>Power Center</i> | 4,04 hp/100-ft |
| Kecepatan <i>belt</i> maksimum | 1,783 m/s | <i>Power Lift</i> | 0,58 hp |
| <i>Power Total</i> | 0,95 kW | Jumlah | 1 |

4. Spesifikasi *Belt Conveyor* disampaikan pada Tabel 5.23 sebagai berikut :

Tabel 5.23 Spesifikasi Peralatan *Belt Conveyor* IV (C-164)

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | |
|--|--|
| Kode | C-164 |
| Nama Alat | <i>Belt Conveyor</i> |
| Jenis | <i>Through Belt Conveyor</i> |
| Fungsi | Mengalirkan produk semi kokas dari <i>screening</i> menuju <i>storage</i> semi kokas |

| LEMBAR SPESIFIKASI PENGALIHAN BAHAN | | | |
|--|-------------|---------------------|---------------------|
| Kondisi Operasi | | | |
| Tekanan operasi | 1 atm | | |
| Design | | | |
| Kapasitas | 132 ton/jam | | |
| Data Mekanik | | | |
| Lebar <i>belt</i> | 16 in | Luas area beban | 0,13 m ² |
| Kecepatan <i>belt</i> normal | 1,017 m/s | <i>Power Center</i> | 1,36 hp/100-ft |
| Kecepatan <i>belt</i> maksimum | 1,517 m/s | <i>Power Lift</i> | 0,58 hp |
| <i>Power Total</i> | 1,22 kW | Jumlah | 1 |



Gambar 5.13 *Belt Conveyor*

5.5.5 *Bucket Elevator*

Bucket Elevator adalah alat pengangkut material yang ditarik oleh sabuk atau rantai tanpa ujung dengan arah lintasan yang biasanya vertikal serta pada umumnya ditopang oleh casing atau rangka.

5.5.6.1 Dasar Perancangan

Material curah (*bulk material*) masuk ke corong pengisi (*feed hooper*) pada bagian bawah elevator (*boot*) kemudian ditangkap oleh *bucket* yang bergerak dan diangkat dari bawah ke atas.

Ada beberapa pertimbangan yang mendasari dalam perancangan *Belt Conveyor* sebagai berikut:

1. Karakteristik pemakaian, hal ini menyangkut jenis dan ukuran material, sifat material, serta kondisi medan atau ruang kerja alat.
2. Proses produksi, mengangkut kapasitas perjam dari unit, kontinuitas pemindahan, metode penumpukan material dan lamanya alat beroperasi.

3. Prinsip – prinsip ekonomi, meliputi ongkos pembuatan, pemeliharaan, pemasangan, biaya operasi dan juga biaya penyusutan dari harga awal alat tersebut.

5.5.6.2 Asumsi Perhitungan

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam merancang *Bucket Elevator* adalah sebagai berikut :

1. Massa jenis zat sama.
2. Efisiensi Motor diasumsikan sebesar 75%.

5.5.6.3 Spesifikasi Peralatan

Spesifikasi *Bucket Elevator* disampaikan pada Tabel 5.24 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.24 Spesifikasi Peralatan *Bucket Elevator*

| SPESIFIKASI <i>BUCKET ELEVATOR</i> | |
|------------------------------------|--|
| Fungsi | Mengangkut briquette dari <i>double roll mixer</i> ke <i>Coke Oven Battery</i> |
| Jumlah feed masuk | 337.241,29 kg/jam |
| Spesifikasi | 130 ton/jam |
| Kapasitas | 130 ton/jam |
| Tipe | Supercapacity continuous bucket |
| Sudut inklinasi | 22° |
| Size of bucket | 18 x 8 x 11 ¾ in |
| Bucket spacing | 12 in |
| Assumed bucket linear speed | 0,76 m/s |
| Elevator center | 23 m |
| Size of lumps | 2,00 in |
| head shaft | 20,00 r/min |
| Power required at head shaft | 20,00 hp |
| Jumlah | 3 |

5.5.6 Screw Conveyor

Screw conveyor adalah alat angkut bahan yang paling tepat untuk bahan padat yang bertekstur bubuk dan halus.

5.5.6.1 Dasar Perancangan

Screw conveyor digunakan untuk memindahkan material kecil seperti butiran, aspal, batubara, abu, kerikil dan pasir. Ada beberapa pertimbangan yang mendasari dalam perancangan *Screw Conveyor* sebagai berikut:

1. Karakteristik pemakaian, hal ini menyangkut jenis dan ukuran material, sifat material, serta kondisi medan atau ruang kerja alat.
2. Proses produksi, menyangkut kapasitas perjam dari unit, kontinuitas pemindahan, metode penumpukan material dan lamanya alat beroperasi.
3. Prinsip – prinsip ekonomi, meliputi ongkos pembuatan, pemeliharaan, pemasangan, biaya operasi dan juga biaya penyusutan dari harga awal alat tersebut.

5.5.6.4 Asumsi Perhitungan

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam merancang *Screw Conveyor* adalah sebagai berikut :

1. Massa jenis zat sama.
2. Efisiensi Motor diasumsikan sebesar 75%.

5.5.6.5 Spesifikasi Peralatan

1. Spesifikasi *Screw Conveyor* disampaikan pada Tabel 5.25 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.25 Spesifikasi Peralatan *Screw Conveyor*

| SPESIFIKASI SCREW CONVEYOR | |
|-----------------------------------|--|
| Fungsi | Mengangkut slurry batubara dan tar dari <i>jaw crusher</i> menuju <i>mixer</i> |
| Tipe | <i>Plain spouts</i> |
| Kapasitas | 40 kg/h |
| Diameter pipa | 3,5 in |
| Diameter shaft | 3 in |
| Diameter flights | 16 in |
| Ukuran lumps | 1,5 |
| Kecepatan | 50 rpm |
| Power | 2,2 kW |
| Jumlah | 1 buah |

2. Spesifikasi *Screw Conveyor* disampaikan pada Tabel 5.26 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.26 Spesifikasi Peralatan *Screw Conveyor*

| SPESIFIKASI SCREW CONVEYOR | |
|-----------------------------------|---|
| Fungsi | Mengangkut slurry batubara dan tar dari <i>double roll mixer</i> menuju <i>double</i> |

| SPESIFIKASI SCREW CONVEYOR | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| | <i>roll briquetting</i> |
| Tipe | <i>Plain spouts</i> |
| Kapasitas | 40 kg/h |
| Diameter pipa | 3,5 in |
| Diameter shaft | 3 in |
| Diameter flights | 16 in |
| Ukuran lumps | 1,5 |
| Kecepatan | 50 rpm |
| Power | 2,2 kW |
| Jumlah | 1 buah |

5.5.7 Gudang

Silo merupakan tempat penyimpanan bahan baku dan produk yang berupa padatan. Tempat penyimpanan tersebut dalam keadaan tertutup dengan tutup atas dan tutup bawah *flat* (datar). Hal itu bertujuan agar tidak terjadi kontak langsung antara material padatan dengan udara sehingga dapat menghindari polusi debu sekunder dalam proses penumpukan dan pengambilan material selama proses produksi.

5.5.7.1 Dasar Perancangan

Pada produksi Semi Kokas ini menggunakan penyimpanan berupa silo. Pemilihan desain ini bertujuan untuk menjaga bahan baku batu bara agar tidak terkontak langsung dengan udara sehingga tidak mengakibatkan polusi udara. Tinggi *coal silo* didesain dengan ukuran 32,93 m dengan kapasitas 7.887.292,20 kg dan tinggi *coke silo* berukuran 20,50 m dengan kapasitas sebesar 2.029.090,89 kg. Material dasar yang digunakan untuk mendesain silo yaitu *concrete* (beton). Pemilihan beton sebagai bahan dasar silo karena beton merupakan material yang dapat memberikan perlindungan cukup kuat, dapat mengurangi polusi udara yang disebabkan oleh batu bara karena tidak kontak langsung dengan udara sehingga dapat mengurangi biaya pengendalian debu batu bara, serta biaya perawatan yang ekonomis.

5.5.7.2 Asumsi Perhitungan

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam merancang *coal silo* adalah sebagai berikut :

1. *Silo* terisi 75% dari volume total.
2. Bahan konstruksi yang digunakan adalah *concrete* (beton).

5.5.7.3 Spesifikasi Peralatan

1. Spesifikasi Gudang Batu Bara disampaikan pada Tabel 5.26 sebagai berikut:

Tabel 5.26 Spesifikasi Gudang Batu Bara

| SPESIFIKASI GUDANG BATU BARA | |
|------------------------------|---|
| Fungsi | Sebagai tempat penampungan bahan baku batu bara |
| Panjang <i>Storage</i> | 32,5 m |
| Tinggi <i>Storage</i> | 10 m |
| Lebar <i>Storage</i> | 32,5 m |
| Tebal Dinding | 0,1 m |

2. Spesifikasi Gudang Semi Kokas disampaikan pada Tabel 5.27 sebagai berikut:

Tabel 5.27 Spesifikasi Gudang Semi Kokas

| SPESIFIKASI GUDANG SEMI KOKAS | |
|-------------------------------|--|
| Fungsi | Sebagai tempat penampungan produk semi kokas |
| Panjang <i>Storage</i> | 32,5 m |
| Tinggi <i>Storage</i> | 10 m |
| Lebar <i>Storage</i> | 32,5 m |
| Tebal Dinding | 0,1 m |

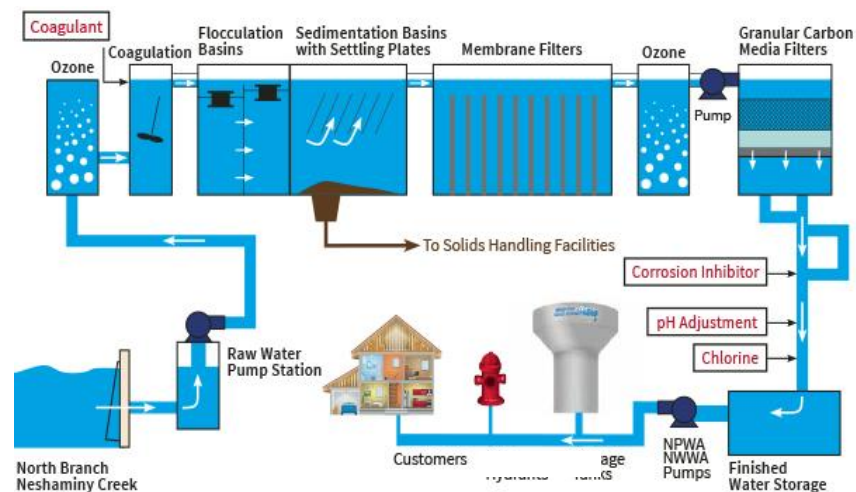
5.6 Unit Sistem Utilitas

Sistem utilitas adalah suatu sistem proses yang berfungsi untuk mendukung keberlangsungan proses produksi atau dapat disebut unit penunjang proses. Sistem utilitas berperan penting terhadap kelancaran proses pada suatu pabrik kimia. Sistem utilitas pada pabrik Semi Kokas meliputi:

1. Sistem penyediaan dan distribusi air.
2. Sistem penyediaan *steam*.
3. Sistem penyediaan udara.
4. Sistem penyediaan dan distribusi listrik.

5.6.1 Sistem Penyediaan dan Distribusi Air

Sistem penyediaan air digunakan untuk menyediakan air bagi keperluan proses dan nonproses. Kebutuhan air untuk proses antara lain untuk bahan baku, proses reaksi pembentukan Semi Kokas, fluida perpindahan panas dan lain-lain. Kebutuhan air nonproses antara lain untuk kegiatan rumah tangga, kamar mandi, sarana kebersihan pabrik dan lain-lain. Berikut



Gambar 5.20 Proses *Water Treatment*

1. *Raw Water Intakes*

Raw water dipompa dari Sungai Barito melalui Sistem intake. Pompa kemudian mentransfer air ke pabrik pengolahan dan mempertahankan aliran melalui semua tahap sebelum penyaringan.

2. *Pre-treatment*

Pre-treatment digunakan untuk menggambarkan perawatan yang terjadi sebelum penyaringan, termasuk Pra-Ozon, Koagulasi, Flokulasi dan Cekungan Sedimentasi. Air yang keluar dari Cekungan Sedimentasi disebut air jernih.

3. Filtrasi Membran

Air yang diklarifikasi mengalir ke tahap mikrofiltrasi lanjutan di mana partikel mikroskopis disaring oleh membran terendam. Membran memberikan penghalang yang lebih efektif terhadap lewatnya zat yang berpotensi berbahaya.

4. Ozonasi

Ozon disemprotkan ke air yang disaring untuk mencapai desinfeksi yang kuat. Ozon sisa kemudian dipadamkan oleh zat pereduksi.

5. Karbon Aktif Granular

Air ozonated dipompa ke kontaktor *Granular Activated Carbon (GAC)* di mana berbagai senyawa organik dan kimia dihilangkan. Air diberi dosis klorin untuk memastikan konsentrasi residu tetap ada di seluruh sistem distribusi.

6. *Storage Tank*

Air yang telah diproses disimpan di dalam storage tank dengan kapasitas 1472 m³.

5.6.1.1 Unit Penyediaan Air Proses

Air proses merupakan air yang berkontak langsung dengan bahan-bahan dalam proses. Air proses memiliki syarat sebagai berikut :

1. Kesadahan (*Hardness*) rendah
2. Bebas mikroorganisme agar tidak mengganggu proses.
3. Bebas mineral tertentu (*aquades*)

Rate air pada tangki penyimpanan H₂O disampaikan pada Tabel 5.28 sebagai berikut :

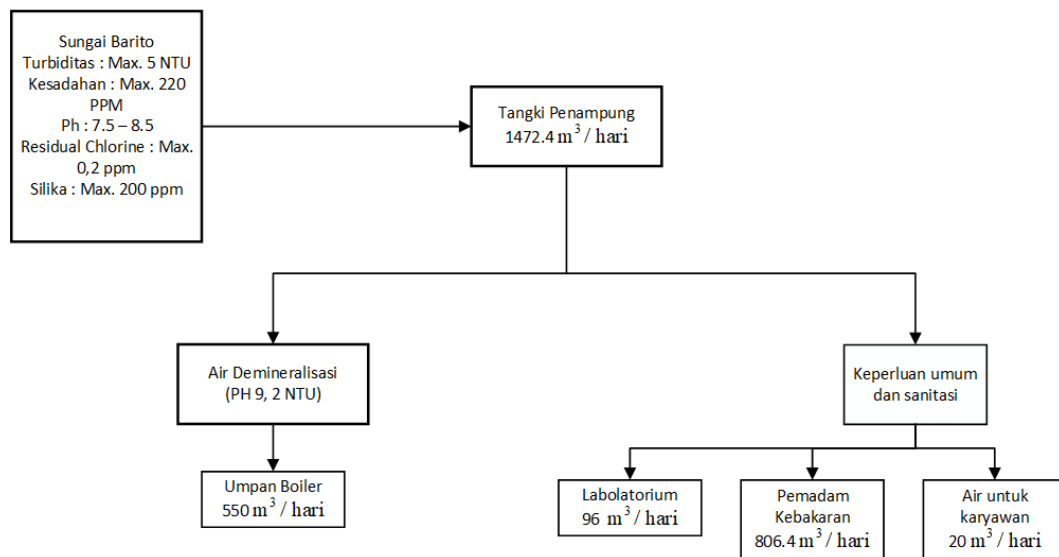
Tabel 5.28 Kebutuhan Total Air

| Kebutuhan Air | Pemakaian | Jumlah (m³/hari) |
|----------------------|--------------------|------------------------------------|
| Air Proses | Boiler | 550 |
| Sanitasi | Air untuk karyawan | 20 |
| | laboratorium | 96 |

| Kebutuhan Air | Pemakaian | Jumlah (m ³ /hari) |
|---------------------|-------------------|-------------------------------|
| | Pemadam kebakaran | 806,4 |
| Total kebutuhan air | | 1472,4 |

Air pada pabrik semi kokas diambil dari Sungai Barito yang nantinya akan melalui proses *water treatment* untuk menghilangkan mineral-mineral yang tidak diinginkan masuk kedalam air yang akan digunakan untuk supply pada proses.

Berikut merupakan sistem distribusi air pada pabrik semi kokas :



Gambar 5.21 Diagram Distribusi Utilitas Air

5.6.1.1 Unit Penyediaan Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk laboratorium, perkantoran dan lain-lain.

Adapun syarat air sanitasi, meliputi :

1. Syarat fisik, diantaranya :
 - a. Suhu di bawah suhu udara
 - b. Warna jernih
 - c. Tidak berasa
 - d. Tidak berbau
 - e. Kekeruhan SiO₂ tidak lebih dari 1 mg / liter
2. Syarat kimia, diantaranya :
 - a. pH = 6,5 - 8,5

- b. Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti PO_4 , Hg, Cu, dan sebagainya.
3. Syarat bakteriologi :
 - a. Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen
 - b. Bakteri E. Coli kurang dari 1/100 ml.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut maka setelah proses penjernihan, air harus diberi desinfektan seperti *chlor* cair atau kaporit.

Kebutuhan air sanitasi meliputi:

1. Kebutuhan karyawan

Untuk keperluan sanitasi ini dibutuhkan air sebanyak kebutuhan air sanitasi ada $0.1 \text{ m}^3/\text{hari}$ per karyawan sehingga untuk 200 karyawan = $20 \text{ m}^3/\text{hari}$.

2. Laboratorium

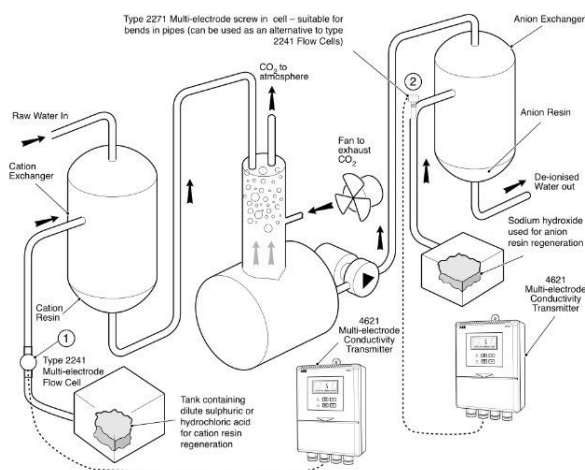
Air untuk Kebutuhan Laboratorium sebesar 20% dari kebutuhan karyawan sebesar $96 \text{ m}^3/\text{hari}$.

3. Pemadam kebakaran

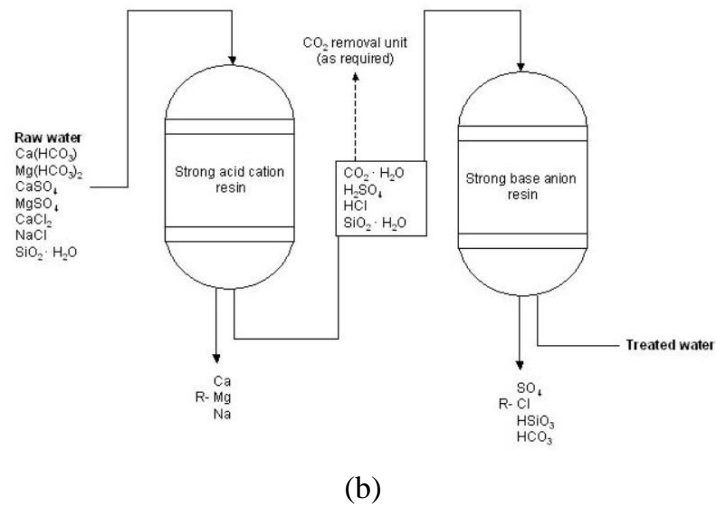
Untuk keperluan pemadam kebakaran dan cadangan air diperlukan 40% *excess* dari total kebutuhan air sanitasi sebesar $806.4 \text{ m}^3/\text{hari}$.

5.6.2 Sistem Penyediaan Steam

Sistem penyediaan steam digunakan untuk umpan *boiler*, berikut merupakan proses demineralisasi air untuk umpan *boiler* :

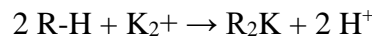


(a)

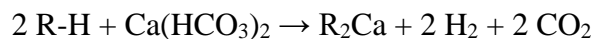


Gambar 5.21 (a) Kombinasi Kolom Resin Kation, Anion, serta Sistem Pembuang CO₂ (b) Proses Demineralisasi *Multi-Stage*

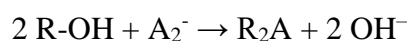
Pada awal proses demineralisasi multi-stage, air akan melewati resin kation untuk mengikat ion-ion mineral positif. Proses ini diikuti dengan pelepasan ion H⁺ ke dalam air. Jika R dan K₂⁺ berturut-turut adalah molekul ion resin dan ion mineral positif, maka reaksi ion exchange yang terjadi pada kolom resin yakni sebagai berikut:



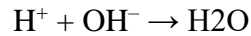
Ion kalsium yang terlarut di dalam air biasanya berbentuk kalsium bikarbonat. Pada saat ion kalsium diikat molekul resin, kalsium bikarbonat akan terpecah membentuk molekul air dan karbondioksida.



Molekul karbondioksida hasil reaksi di atas dikeluarkan melalui sistem CO₂ removal. Ion H⁺ yang lepas ke dalam air akan berikatan dengan anion terlarut di dalam air. Sehingga reaksi ion hidrogen tersebut akan menghasilkan asam kuat seperti asam sulfurik, hidroklorik, dan asam nitrit. Untuk menghilangkan keasaman ini, air dialirkan lebih lanjut ke resin anion. Saat melewati resin anion, ion-ion negatif yang larut di dalam air akan terikat oleh molekul resin diikuti dengan terlepasnya ion OH⁻. Jika A adalah ion negatif yang terlarut di dalam air, maka reaksi yang terjadi pada resin anion adalah sebagai berikut:



Pada akhirnya ion H^+ dan OH^- akan bereaksi membentuk molekul air baru:



Pada unit ini bahan baku pembuatan *steam* adalah air umpan *boiler*. *Steam* yang dihasilkan dalam utilitas ini memiliki kondisi sebagai berikut:

1. Tekanan : 6 atm = 88,2 psia
2. Temperatur : 170°C = 339,8°F

Zat yang terkandung dalam umpan air *boiler* yang dapat menyebabkan kerusakan pada *boiler* apabila:

1. Kadar zat terlarut cukup tinggi
2. Zat padat terlarut (*total dissolved solid*) cukup tinggi
3. Garam-garam kalsium dan magnesium
4. Zat organik
5. Silika, sulfat, asam bebas, dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh umpan *boiler* untuk *steam*:

1. Tidak boleh berbuih

Busa disebabkan karena adanya *solid matter*, *suspended solid matter* dan *suspended matter*. Adanya busa dapat menyebabkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Kesulitan pembacaan tinggi permukaan dalam *boiler*
- b. Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat sehingga dapat menyebabkan adanya solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengendalian yang baik terhadap kandungan lumpur kerak, dan alkalinitas air untuk air *boiler*.

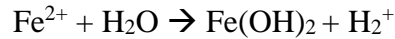
2. Tidak membentuk kerak dalam *boiler*

Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan:

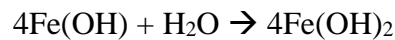
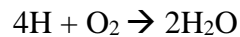
- a. Perpindahan panas terhambat
- b. Menimbulkan kebocoran karena tekanan yang kuat dalam *boiler* yang disebabkan pecahnya kerak sewaktu-waktu

3. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat, bahan organik dan gas-gas seperti H₂S, SO₂, CO₂ dan O₂ yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:



Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka akan terbentuk lapisan hidrogen yang bereaksi dengan oksigen membentuk air. Kehilangan lapisan pelindung tersebut dapat menyebabkan reaksi sebagai berikut:



Kandungan bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO₂ karena adanya pemanasan dan tekanan. CO₂ yang terbentuk bereaksi dengan air menjadi asam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan, garam bikarbonat ini membentuk CO₂ lagi. Reaksi yang terjadi:



Dalam pra-perancangan pabrik Semi Kokas kebutuhan *steam* diperkirakan sebesar 43828,28 kg/jam.

Tabel 5.29 Spesifikasi *Boiler*

| SPESIFIKASI <i>BOILER</i> | |
|---------------------------|--|
| Fungsi | Menghasilkan uap untuk keperluan pada alat-alat proses |
| Tipe | <i>Fire Tube Boiler</i> |
| Luas perpindahan panas | 1505,55578 ft ² |
| Kapasitas | 397947,636 Btu / jam |
| <i>Rate steam</i> | 43828,2802 lb/jam |
| <i>Rate feed water</i> | 12303,8517 lb/jam |
| Bahan bakar | 2688,83538 lb/jam |
| Efisiensi | 80% |
| Jumlah | 1 buah |

5.6.3 Sistem Penyediaan Udara

Udara bertekanan dalam proses produksi semikokas ini digunakan sebagai *supply* udara primer untuk proses pengeringan batubara pada alat *rotary dryer*. Udara diambil dari udara sekitar dengan menggunakan bantuan kompresor, udara ini akan dinaikkan temperaturnya dengan pengontakan langsung dengan api yang digunakan untuk mengurangi kadar air pada batubara. Spesifikasi kompresor disampaikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 5.30 Spesifikasi Kompresor

| SPESIFIKASI KOMPRESOR | | | |
|-----------------------|---|--|----------------------|
| Fungsi | = | Menghasilkan supply udara untuk umpan pada <i>rotary dryer</i> | |
| Jenis | = | Compressor (axial flow) single state | |
| Kapasitas | = | 9600,73977 | ft ³ /min |
| Daya | = | 263,181 | HP = 193,438 kW |
| Efisiensi | = | 80% | |
| Jumlah | = | 1 | |

5.6.4 Sistem Penyediaan dan Distribusi Listrik

Kebutuhan tenaga listrik dipenuhi oleh PLN dan generator pabrik, hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Generator digunakan arus bolak-balik dengan pertimbangan tenaga listrik cukup besar, tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan menggunakan transformer. Listrik yang digunakan di pabrik Semi kokas memiliki tegangan sebesar 162,1 kW. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan proses masing-masing ditampilkan pada Tabel 1 dan 2. Total kebutuhan daya listrik adalah 11.520 kW.

Tabel 5.31 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan

| No | Lokasi | Banyak Lampu | Daya (watt) |
|----|---------------|--------------|-------------|
| 1 | Klinik | 7 | 280 |
| 2 | Musala | 8 | 320 |
| 3 | Toilet | 6 | 240 |
| 4 | Kantin | 10 | 400 |
| 5 | Kantor | 50 | 2000 |
| 6 | Ruang Kontrol | 20 | 800 |
| 7 | Laboratorium | 15 | 600 |
| 8 | Unit Utilitas | 30 | 1200 |

| No | Lokasi | Banyak Lampu | Daya (watt) |
|-------|------------------|--------------|-------------|
| 9 | Ruang Proses | 40 | 1600 |
| 10 | Pos Satpam | 10 | 400 |
| 11 | Parkir Mobil | 18 | 720 |
| 12 | Parkir Motor | 10 | 400 |
| 13 | Jalan Dan Taman | 35 | 1400 |
| 14 | Daerah Perluasan | 9 | 360 |
| 16 | Ruang Pertemuan | 10 | 400 |
| 17 | Perpustakaan | 7 | 280 |
| 19 | Gudang | 10 | 400 |
| 20 | ATM Center | 4 | 160 |
| Total | | | 11960 |

Kebutuhan listrik untuk penerangan pada Pabrik Semi kokas semuanya menggunakan lampu *fluorescent* yang mempunyai daya sebesar 40 Watt dimana satu buah lampu instant *starting daylight* 40 W.

Tabel 5.32 Kebutuhan Listrik Untuk Proses

| No | Nama alat | Jumlah | Daya | Daya |
|-------|-------------------|--------|--------|-----------|
| | | | (HP) | (KW) |
| 1 | Kompresor | 1 | 263,18 | 193,567 |
| 2 | Pompa | 2 | 14 | 10,297 |
| 3 | Pompa | 1 | 63 | 46,336 |
| 4 | Pompa | 1 | 11 | 8,090 |
| 5 | Pompa | 1 | 14 | 10,297 |
| 6 | Pompa | 1 | 8 | 5,884 |
| 7 | Screw conveyor | 2 | 6 | 4,413 |
| 8 | Belt Conveyor | 1 | 1,63 | 1,199 |
| 10 | Belt Conveyor | 1 | 6,06 | 4,457 |
| 11 | Belt Conveyor | 1 | 0,58 | 0,427 |
| 12 | Belt Conveyor | 1 | 0,58 | 0,427 |
| 13 | Bucket Elevator | 3 | 60 | 44,129 |
| 14 | Boiler | 1 | 154,36 | 113,53053 |
| 15 | Rotary Dryer | 1 | 7,4 | 5,442626 |
| 16 | Double Roll Mixer | 1 | 14,235 | 10,47 |
| 17 | Jaw crusher | 1 | 35 | 25,74215 |
| 18 | Gyratory Crusher | 1 | 200 | 147,1 |
| 19 | Briquetting | 7 | 1256,3 | 924,0 |
| Total | | 19 | 1736,2 | 1276,9 |

5.6.5 Spesifikasi Instrumentasi Sistem Utilitas

Spesifikasi tangki air sanitasi disampaikan pada tabel berikut :

Tabel 5.33 Diagram Distribusi Utilitas Air

| SPESIFIKASI TANGKI AIR SANITASI | |
|---------------------------------|---|
| Fungsi | Menampung air bersih dan tempat menambahkan desinfektan |
| Bentuk | Silinder |
| Diameter | 10.74068 m |
| Tinggi | 10.74068 m |
| Jumlah Kaporit | 1459.004 g |
| Bahan | <i>Carbon Steel</i> |
| Jumlah | 1 buah |

5.7 Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan limbah berfungsi untuk mengolah limbah hasil dari kegiatan industri sebelum dibuang ke badan air maupun atmosfer. Limbah diharuskan melalui proses pengolahan karena limbah mengandung berbagai zat yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan sekitar. Pembuangan limbah kegiatan industri harus memenuhi kriteria atau baku mutu limbah yang telah ditetapkan. Menurut UU No.23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, baku mutu lingkungan merupakan batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang dapat ditoleransi dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup. Baku mutu tersebut ditetapkan sebagai upaya pengendalian pencemaran lingkungan.

5.7.1 Limbah Cair

Limbah cair dihasilkan dari sisa air *blowdown Coke Oven Battery* yang mengandung sedikit NH_3 . Baku mutu ammonia di lingkungan air adalah 25 ppm. Pengolahan dilakukan dengan proses nitrifikasi ammonia dengan bakteri *Nitrosomonas*.

5.7.2 Limbah Padat

Pada proses produksi semi kokas, limbah padat yang dihasilkan yaitu sisa batu bara yang dihasilkan dari *crushing* dan pengayakan diawal pemrosesan.

5.7.3 Emisi Gas

Limbah gas yang dihasilkan adalah gas NH₃ dan H₂S. Menurut Dikjen PPM dan PL menyatakan bahwa batas maksimum kadar NH₃ yang terdeteksi di udara <50 ppm. Berdasarkan Permenakertrans no. PER.13/MEN/X/2011 paparan gas H₂S yang diperkenankan terhadap pekerja adalah sebesar 1 ppm (Firdaus, 2015).

5.7.4 Limbah Domestik

Secara garis besar limbah domestik dibagi dalam dua kelompok yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik bersumber dari kotoran (tinja), sisa sayuran dan makanan, sedangkan limbah anorganik dapat berupa plastik, kertas, bahan kimia yang diakibatkan oleh penggunaan deterjen, sampo, sabun dan bahan kimia lainnya. Limbah organik umumnya dapat didegradasi oleh mikroba dalam lingkungan. Sebaliknya, limbah anorganik lebih sulit didegradasi sehingga sering menimbulkan pencemaran di lingkungan.

Pada pabrik Semi kokas limbah domestik yang dihasilkan berasal dari perkantoran, semua kegiatan yang dilakukan di perkantoran berkaitan dengan kertas yang merupakan limbah anorganik. Penanggulangan limbah di pabrik Semi kokas mengikuti baku mutu air limbah domestik sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Baku mutu air limbah domestik ditampilkan pada Tabel berikut.

Tabel 5.34 Baku Mutu Air Limbah Domestik bagi Kegiatan Industri

| Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
|-----------|--------|----------------|
| pH | - | 6-9 |
| BOD | mg/L | 30 |
| COD | mg/L | 100 |
| TSS | mg/L | 30 |

| Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
|-----------------------|--------------|----------------|
| Minyak & Lemak | mg/L | 5 |
| Amoniak | mg/L | 10 |
| Total <i>Coliform</i> | Jumlah/100mL | 3000 |
| Debit | L/orang/hari | 100 |

5.7.5 Instrumentasi Sistem Pengolahan Limbah

1. Limbah Cair

Pengolahan dilakukan dengan proses nitrifikasi ammonia dengan bakteri *Nitrosomonas*. Proses nitrifikasi adalah proses perubahan senyawa amonia (NH_4^+) menjadi senyawa nitrit (NO_2^-). Selanjutnya nitrit yang terbentuk dioksidasi menjadi nitrat (NO_3^-). Proses ini berlangsung dalam suasana aerobik. Agar reaksi dapat berjalan dengan sempurna, maka diperlukan tambahan udara dari luar, misalnya disuplai dengan blower. Sedangkan bakteri nitrifikasi (*nitrifying bacteria*) yang bekerja disini adalah jenis bakteri autotrop yang memerlukan karbon anorganik untuk aktifitasnya serta pertumbuhannya. Untuk itu diperlukan tambahan karbon anorganik dari luar.

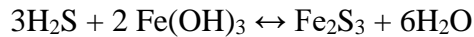
2. Limbah Padat

Limbah padat dari dihasilkan digunakan sebagai campuran bahan bakar untuk pemanasan reaktor *Coke Oven Battery*.

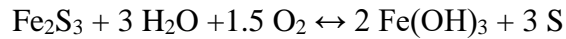
3. Limbah Gas

Limbah gas yang dihasilkan adalah gas NH_3 dan H_2S . *Coke oven gas* mengandung batubara mengandung beberapa pengotor, khususnya debu dan H_2S yang paling penting. bersifat korosif dan berbahaya bagi lingkungan. Pembersihan gas diperlukan tidak hanya untuk mencegah pencemaran lingkungan, tetapi juga untuk melindungi peralatan terhadap korosi. Sebelum *coke oven gas* digunakan sebagai bahan bakar *coke oven battery*, COG dipisahkan dari H_2S menggunakan metode *dry oxidation process* dengan bantuan $\text{Fe}(\text{OH})_3$. H_2S diserap oleh padatan dan ditahan sebagai sulfida atau dioksidasi insitu menjadi unsur sulfur. Oksida besi digunakan untuk penyerapan H_2S dari COG (Massey dan Dunlap, 1975). Reaksi penguraian H_2S menjadi S mengikuti reaksi berikut :

Reaksi absorpsi H₂S :



Reaksi pembentukan Sulfur :



Menurut Dikjen PPM dan PL menyatakan bahwa batas maksimum kadar NH₃ yang terdeteksi di udara <50 ppm. Berdasarkan Permenakertrans no. PER.13/MEN/X/2011 paparan gas H₂S yang diperkenankan terhadap pekerja adalah sebesar 1 ppm (Firdaus, 2015).

4. Limbah Domestik

Penanganan limbah domestik yang dihasilkan pada pabrik Semi Kokas yaitu disalurkan menuju tempat pembuangan akhir (TPA).

5.8 Instrumentasi

Instrumentasi merupakan alat-alat penting yang digunakan untuk mengukur, mengamati dan mengendalikan dalam suatu sistem yang lebih besar serta lebih kompleks pada suatu industri. Pada suatu industri, untuk mencapai tujuan operasi diperlukan pengawasan (*monitoring*) terus menerus pada proses operasi dan intervensi dari luar (*external intervention*). Pengontrolan atau pengendalian proses dipasang pada unit industri yang benar-benar memerlukan pengontrolan atau pengendalian secara cermat dan akurat. Sehingga akan didapatkan kapasitas produksi sesuai dengan yang diharapkan. Untuk mencapai tujuan tersebut dapat dilakukan melalui rangkaian peralatan (alat ukur, kerangan, pengendali, dan komputer) dan intervensi manusia (*plant managers, plants operators*) yang secara bersama membentuk *control system*. Selain itu dalam pemilihan tempat dan jenis instrumentasi yang digunakan juga merupakan hal penting karena menyangkut harga yang cukup mahal. Instrumentasi dibedakan berdasarkan proses kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Manual atau indikator merupakan alat pengamatan yang dipasang pada alat proses yang prosesnya tidak memerlukan kondisi ketelitian. Pada peralatan proses ini biasanya cukup dipasang dengan penunjuk atau

pencatat yaitu dapat berupa penunjuk (*indicator*) atau perekam (*recorder*).

2. Otomatis biasanya berupa *controller*. Instrumen ini biasanya dipasang pada alat proses yang memerlukan ketelitian pada kondisi prosesnya. Hal itu karena pada proses yang seperti ini akan mempengaruhi hasil baik kualitas maupun kuantitas produk yang dihasilkan sehingga pada alat proses ini perlu dipasang alat pengendali (*controller*).

Untuk mencapai proses yang stabil perlu dibutuhkan instalasi alat-alat pengendalian. Alat-alat pengendalian dipasang dengan tujuan untuk :

1. Menjaga keamanan dan keselamatan kerja

Keamanan dalam operasi pabrik semi kokas merupakan kebutuhan primer para pekerja dan kelangsungan perusahaan. Untuk menjaga terjaminnya keamanan, berbagai kondisi operasi pabrik seperti tekanan operasi, temperatur, dan lain sebagainya harus dijaga tetap pada batas-batas tertentu yang diizinkan.

2. Memenuhi spesifikasi produk yang diinginkan

Pabrik harus menghasilkan produk dengan jumlah tertentu (sesuai kapasitas desain) serta dengan kualitas tertentu sesuai dengan standard. Sehingga perlu dibutuhkan suatu sistem sebagai pengendali untuk menjaga tingkat produksi dan kualitas produk yang diinginkan.

3. Menjaga peralatan dapat berfungsi sesuai yang diinginkan dalam desain.

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam operasi proses produksi semi kokas memiliki kendala-kendala operasional tertentu yang harus dipenuhi. Pada pompa harus dipertahankan NPSH, temperatur dan tekanan pada reaktor harus dijaga agar tetap beroperasi aman dan konversi menjadi produk optimal, isi tangki tidak boleh luber ataupun kering, serta masih banyak kendala lain yang harus diperhatikan.

4. Menjaga agar operasi pabrik tetap ekonomis.

Operasi pabrik bertujuan menghasilkan produk dari bahan baku yang memberi keuntungan yang maksimum, sehingga pabrik harus dijalankan pada kondisi yang menyebabkan biaya operasi menjadi minimum dan laba yang diperoleh menjadi maksimum.

5. Memenuhi persyaratan lingkungan

Operasi pabrik semi kokas harus memenuhi berbagai peraturan lingkungan yang memberikan syarat-syarat tertentu untuk berbagai polusi yang langsung berkontak dengan lingkungan sebagai hasil sampingnya. Variabel proses yang biasanya dikontrol atau diukur oleh instrumen adalah:

- a. Variabel utama, seperti temperatur, tekanan, laju alir, dan level cairan maupun padatan.
- b. Variabel tambahan, seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktivitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembaban, dan variabel lainnya.

5.7.1 Deskripsi Alat Instrumentasi Pendukung

Pada Proses produksi semi kokas alat yang digunakan memerlukan beberapa unit pendukung berupa alat instrumentasi sebagai berikut :

1. LI (*Level Indicator*)

Level indicator merupakan alat instrumentasi yang berfungsi untuk mentransfer data terkait jumlah volume yang ada dalam alat berdasarkan kapasitas alat tersebut.

2. LC (*Level Control*)

Level Control merupakan alat instrumentasi yang berfungsi menerima data dari *level indicator* dan diterjemahkan untuk mengontrol bukaan *valve* pada aliran alat tersebut. Semakin besar bukaan *control valve* maka laju alir semakin besar.

3. FI (*Flowrate Indicator*)

Flowrate Indicator merupakan alat instrumentasi yang berfungsi untuk transfer data terkait Laju Alir Fluida yang masuk dan keluar melalui alat proses.

4. FC (*Flowrate Control*)

Flowrate Control merupakan alat instrumentasi yang berfungsi menerima data dari *Flowrate indicator* dan diterjemahkan untuk mengontrol bukaan *valve* pada aliran alat tersebut. Semakin besar bukaan *control valve* maka laju alir semakin besar.

5. TI (*Temperature Indicator*)

Temperatur Indicator merupakan alat instrumentasi yang berfungsi untuk transfer data terkait temperature fluida yang masuk dan keluar melalui alat proses.

6. TC (*Temperature Control*)

Temperature Control merupakan alat instrumentasi yang berfungsi menerima data dari temperatur indikator dan diterjemahkan untuk mengontrol bukaan *valve* pada aliran alat tersebut.

7. PI (*Pressure Indicator*)

Pressure Indicator merupakan alat instrumentasi yang berfungsi untuk transfer data terkait tekanan pada alat berdasarkan kapasitas alat tersebut.

8. PC (*Pressure Control*)

Pressure Control merupakan alat instrumentasi yang berfungsi menerima data dari *Pressure indicator* dan diterjemahkan untuk mengontrol bukaan *valve* pada aliran alat tersebut.

9. RC (*Ratio Control*)

Ratio Control merupakan alat instrumentasi yang berfungsi mengatur suatu rasio (perbandingan) komposisi umpan yang akan masuk pada alat agar seimbang.

10. TT (*Temperature Transmittan*)

Temperature transmittan adalah suatu perangkat alat dan digunakan untuk mengirimkan sinyal kemudian hasilnya diteruskan ke *Temperatur Control* maupun *Temperature Indicator* tergantung peran *Temperature Transmittan* tersebut.

11. FT (*Flowrate Transmittan*)

Flowrate Transmittan adalah suatu perangkat alat yang digunakan untuk merasakan laju aliran dari fluida, biasanya sensor aliran yang menjadi elemen pengindra yang digunakan, hasilnya akan diteruskan ke *Flowrate Control* maupun *Flowrate Indicator* bergantung peran *Flowrate Transmittan*.

12. LT (*Level Transmittan*)

Level Transmittan adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengukur ketinggian suatu fluida yang nanti hasilnya akan diteruskan ke *Level Control* maupun *Level Indicator*, tergantung peran *Level Transmittan* tersebut. Banyak pertimbangan yang harus dilakukan dalam memilih instrumen agar alat tersebut dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa pertimbangan yang perlu dilakukan diantaranya adalah jenis instrumen serta pemasangan instrumen pada kondisi operasi dan alat proses.

Pemasangan instrumen pada proses pembuatan Semi Kokas diantaranya sebagai berikut :

Tabel 5.35 Instrumensi pada Pabrik Semi Kokas

| No. | Nama Alat | Instrumentasi | Fungsi |
|-----|-------------------------------------|---------------|--|
| 1. | <i>Rotary Dryer</i> (DE-120) | TI | Menampilkan besaran suhu pada aliran keluar |
| | | TT | Mengirimkan sinyal yang diterima dari hasil <i>sensing</i> kemudian diteruskan ke <i>Temperature Control</i> |
| | | TC | Mengatur suhu pada <i>Rotary Dryer</i> dan mendeteksi perubahan suhu |
| 2. | <i>Double Roll Mixer</i> (M-130) | RC | Pengendali rasio batu bara dan tar yang dicampurkan di dalam <i>Double Roll Mixer</i> |
| | | LT | Sebagai transmitter atau mengirim sinyal dari <i>controller</i> |
| | | LI | Transfer data terkait ketinggian campuran di dalam <i>Decanter</i> |
| 3. | <i>Coke Oven Battery</i> (R-150) | TI | Menampilkan besaran suhu pada aliran keluar |
| | | TT | Mengirimkan sinyal yang diterima dari hasil <i>sensing</i> kemudian diteruskan ke <i>Temperature Control</i> |

| No. | Nama Alat | Instrumentasi | Fungsi |
|------------|---------------------------------------|----------------------|--|
| | | TC | Mengatur suhu pada <i>Coke Oven Battery</i> dan mendeteksi perubahan suhu |
| 4. | <i>Stirred Tank Heater</i> (E-170) | TI | Menampilkan besaran suhu pada aliran keluar |
| | | TT | Mengirimkan sinyal yang diterima dari hasil <i>sensing</i> kemudian diteruskan ke <i>Temperature Control</i> |
| | | RC | Pengendali rasio batu tar di dalam <i>Tar Heater</i> |
| 5. | <i>Decanter</i> (FL-230) | LC | Untuk mengontrol ketinggian campuran di dalam <i>Decanter</i> |
| | | LT | Sebagai transmitter atau mengirim sinyal dari <i>controller</i> |
| | | LI | Transfer data terkait ketinggian campuran di dalam <i>Decanter</i> |

BAB VI

TATA LETAK PABRIK

6.1 Dasar Perancangan Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerja karyawan, tempat peralatan, serta tempat penyimpanan bahan baku dan produk. Tata letak pabrik dirancang agar penggunaan area pabrik menjadi efisien dan kelancaran proses terjamin. Perancangan tata letak harus ditinjau dari aspek keselamatan, keamanan dan kenyamanan sehingga kelancaran proses produksi dan distribusi produk yang dibutuhkan konsumen dapat berjalan dengan baik. Selain itu, perancangan tata letak pabrik bertujuan untuk menjaga lalu lintas bahan baku, barang, control, dan keselamatan kerja. Faktor-faktor yang mempengaruhi lokasi dan tata letak pabrik antara lain sebagai berikut:

1. Letak pabrik terhadap pasar.
2. Letak pabrik terhadap bahan baku.
3. Ketersediaan sarana prasarana yang meliputi listrik, air, dan jalan raya (transportasi).
4. Ketersediaan tenaga kerja.
5. Ketersediaan daerah perluasan pabrik.
6. Keamanan terhadap bahaya ledakan, kebakaran, asap/api, gas beracun.
7. Cuaca dan kondisi alam.
8. Kemudahan pengolahan limbah pabrik.
9. Peraturan perundang-undangan.

Pada Pra-Perancangan Pabrik Semi Kokas akan didirikan di desa Sungai Cuka Kecamatan Kintap , Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Data kondisi wilayah tersebut ditampilkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Data Kondisi Wilayah Pendirian Pabrik Semi Kokas

| | |
|---------------------------------------|---|
| Letak Kota | Kabupaten Tanah Laut terletak di koordinat 3°30'33" - 4°11'38" LU 114°30'20" - 115°23'31" BT |
| Topografi Wilayah Kota | Kecamatan Kintap, merupakan wilayah yang dekat dengan PT. Wahana Baratama Mining, daerah tersebut dekat dengan sumber bahan baku dan dekat dengan jalan raya Trans Kalimantan, selain itu wilayah ini strategis dekat dengan Pelabuhan. |
| Iklim | Tropis |
| Suhu Tertinggi | 30,9-34,6 °C |
| Suhu Terendah | 22,9-24,9 °C |
| Rata-rata Kelembaban Udara tertinggi | 79-86% |
| Rata – Rata Kelembaban Udara Terendah | 83% |
| Rata – Rata Kecepatan Angin | 0,3 knot- 45,2 knot |
| Curah Hujan Rata-Rata Per Bulan | 203,8 mm/Bulan |
| Luas Wilayah Kabupaten | ± 3615,55 km ² |
| Sebelah Barat | Laut Jawa |
| Sebelah Timur | Kecamatan Satui, Kabupaten Tanah Bumbu |
| Sebelah Selatan | Laut Jawa |
| Sebelah Utara | Kota Banjarbaru |
| Jumlah Kecamatan | 11 Kecamatan |
| Jumlah Kelurahan | 135 Kelurahan |

Dalam perancangan tata letak pabrik terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan yaitu :

1. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan
Perluasan pabrik diperhitungkan sejak awal agar masalah kebutuhan lokasi tidak timbul di masa yang akan datang. Sejumlah area khusus sudah dipersiapkan untuk area perluasan pabrik dan penambahan peralatan pabrik untuk menambah kapasitas produksi.
2. Faktor keamanan
Faktor keamanan yang perlu diperhatikan, salah satunya adalah bahaya kebakaran. Sumber api dan panas dari bahan yang mudah terbakar dan meledak harus dipisahkan dalam perancangan tata letak. Pengelompokan unit-unit proses dilakukan agar ketika terjadi bahaya kebakaran proses isolasi area mudah untuk dilakukan. Penempatan alat pemadam kebakaran (*hydrant*) dan penampungan air yang disediakan di tempat-tempat yang memiliki potensi kebakaran.
3. Luas area yang tersedia
Kemampuan penyediaan area berdasarkan harga tanah di wilayah tersebut sehingga pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Apabila harga tanah mahal maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruang sehingga konstruksi pabrik dibuat bertingkat agar menghemat tempat.
4. Instalasi dan utilitas
Pemasangan dan distribusi utilitas berupa gas, listrik, pemanas, serta pendingin dapat mempermudah sistem kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses diatur secara efektif sehingga karyawan dan tamu memiliki akses yang mudah serta dapat menjamin kelancaran operasi dan mempermudah perawatan.

Secara garis besar, tata letak pabrik dapat dibagi menjadi beberapa daerah bangunan utama. Daerah bangunan tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium, dan ruang kontrol
Daerah administrasi adalah daerah pusat kegiatan administrasi pabrik. Laboratorium dan ruang kontrol merupakan pusat pengendalian proses, tempat pengujian bahan baku atau produk baik kualitas maupun kuantitas, serta pusat pengendalian proses guna kelancaran produksi.
2. Daerah proses
Daerah proses adalah daerah tempat peralatan proses dan tempat berlangsungnya proses produksi. Daerah tersebut merupakan area inti pabrik.
3. Daerah pergudangan umum dan bengkel
Gudang adalah tempat penyimpanan sementara peralatan yang mendukung berlangsungnya proses. Bengkel merupakan tempat untuk memperbaiki peralatan pabrik yang rusak.
4. Daerah utilitas
Daerah utilitas berisikan unit-unit pendukung proses, seperti penyediaan air, *steam*, dan listrik. Daerah ini terletak tidak jauh dari daerah proses.
5. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk
Bahan baku dan produk disimpan dalam tempat penyimpanan ataupun gudang di luar unit proses (*warehouse*).

Tata letak pabrik Semi Kokas seperti pada Gambar 6.1. Arah angin diasumsikan bergerak dari barat daya ke timur laut.



Gambar 6.1 Tata Letak Pabrik

6.2 Ruang Lingkup Perancangan Tata Letak Pabrik

Tata letak peralatan proses merupakan penempatan alat – alat industri yang digunakan dalam proses produksi sehingga tata letak peralatan proses harus dirancang dengan tujuan untuk :

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
2. Penggunaan lahan efektif.
3. Kemudahan untuk penanganan kebakaran.
4. Kemudahan untuk perbaikan.

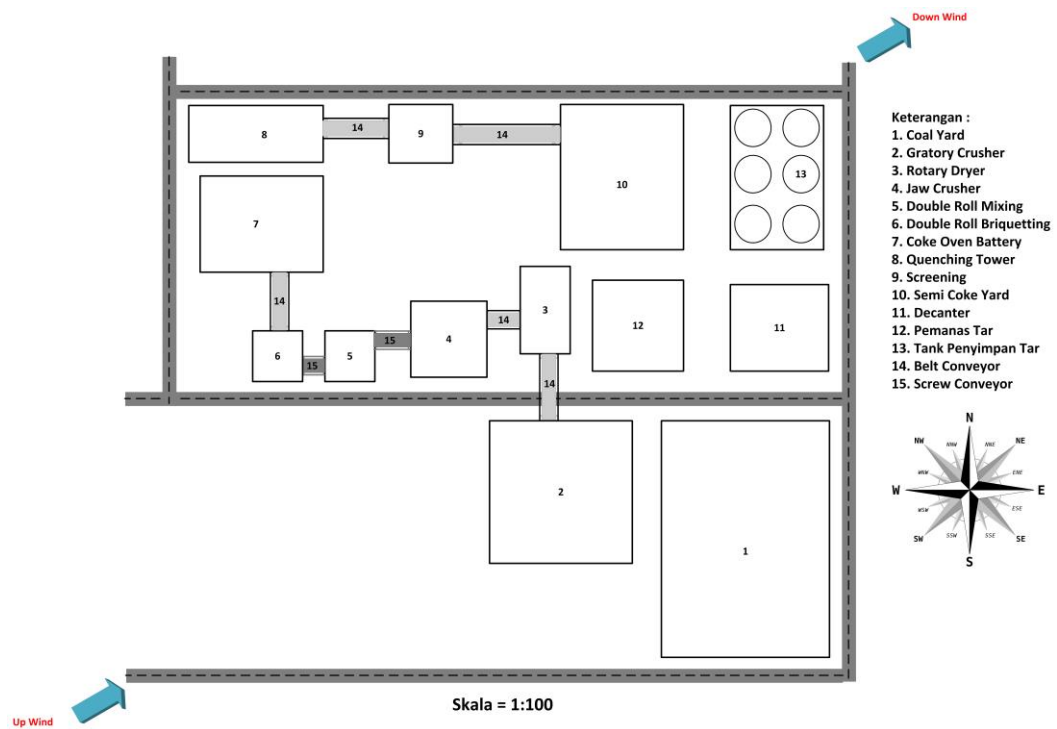
Hal – hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan tata letak peralatan proses, yaitu :

1. Aliran bahan baku dan produk

Proses pengaliran bahan baku dan produk yang tepat dapat mempengaruhi keuntungan ekonomi perusahaan yang cukup besar dan sebagai penunjang kelancaran serta keamanan produksi. Evaluasi pemasangan alat pengaliran pada permukaan tanah diatur sehingga lalu lintas pekerja tidak terganggu.

2. Aliran udara
Aliran udara di dalam dan di sekitar unit proses perlu diperhatikan. Karena sistem aliran udara menjadi sesuatu yang sangat penting yaitu untuk memberikan kenyamanan lingkungan kerja dan keselamatan para kerja menjadi terjamin. Selain itu juga untuk mengendalikan suhu, kelembapan dari udara yang dipergunakan dalam proses produksi, penyimpanan, dan lingkungan kerja dari mesin.
3. Lalu lintas pekerja
Pada perancangan tata letak peralatan, perlu diperhatikan agar seluruh peralatan proses dapat dicapai oleh para pekerja sehingga apabila terjadi gangguan ataupun kerusakan mudah diperbaiki. Selain itu keselamatan para pekerja dalam bertugas sangat diprioritaskan.
4. Cahaya
Penerangan yang cukup untuk seluruh bagian pabrik harus diperhatikan. Terutama pada tempat-tempat proses yang memiliki potensi bahaya tinggi. Daerah tersebut perlu diberikan penerangan tambahan untuk menghindari kecelakaan kerja yang tidak diinginkan.
5. Jarak antar alat proses
Pemberian jarak antar alat – alat proses juga perlu diperhatikan. Terutama untuk alat-alat proses yang memiliki temperatur atau tekanan operasi tinggi. Alat-alat dengan kondisi operasi tersebut sebaiknya dipisahkan dari alat proses lain sehingga ketika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat – alat proses lain.
6. Pertimbangan ekonomi
Penempatan peralatan proses pabrik dilakukan dengan mempertimbangkan aspek ekonomi yaitu optimalisasi pemanfaatan lahan.

Tata letak peralatan proses pada pabrik Semi Kokas ditampilkan pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Tata Letak Peralatan Proses

6.3 Luasan Pabrik

Pembagian luas pabrik Semi Kokas disampaikan pada Tabel 6.2 berikut ini.

Tabel 6.2 Pembagian Luas Pabrik

| No | Bangunan | Ukuran (pxl) | Jumlah | Luas (m ²) |
|----|---------------|--------------|--------|------------------------|
| 1 | Klinik | 6 x 5 | 1 | 30 |
| 2 | Musala | 10 x 10 | 1 | 100 |
| 3 | Kamar Mandi | 3 x 2 | 3 | 12 |
| 4 | Kantin | 9 x 5 | 1 | 45 |
| 5 | Kantor | 30 x 20 | 1 | 600 |
| 6 | Ruang Kontrol | 20 x 15 | 1 | 300 |
| 7 | Laboratorium | 27 x 15 | 1 | 405 |
| 8 | Unit Utilitas | 50 x 40 | 1 | 2000 |
| 9 | Area Proses | 50 x 50 | 1 | 2500 |
| 10 | Pos Satpam | 3x 3 | 4 | 36 |

| No | Bangunan | Ukuran (pxl) | Jumlah | Luas (m²) |
|---------------|------------------|---------------------|---------------|-----------------------------|
| 11 | Parkir Mobil | 25 x 15 | 1 | 375 |
| 12 | Parkir Motor | 15 x 15 | 1 | 225 |
| 13 | Jalan Dan Taman | 50 x 40 | 1 | 2000 |
| 14 | Daerah Perluasan | 50 x 30 | 1 | 1500 |
| 15 | Ruang Pertemuan | 15 x 10 | 1 | 150 |
| 16 | Perpustakaan | 20 x 15 | 1 | 300 |
| 17 | Gudang | 10 x 30 | 1 | 300 |
| 18 | ATM Center | 1,5 x 2 | 1 | 3 |
| Jumlah | | | | 11650 |

BAB 7

STRUKTUR ORGANISASI

Organisasi merupakan hal yang penting dalam perusahaan. Hal ini menyangkut efektivitas dalam peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang dihasilkan. Keberhasilan suatu industri untuk menghasilkan produk bergantung pada koordinasi dan kerja sama yang saling mendukung antara faktor terkait, diantaranya bahan baku, tenaga kerja, modal dan penguasaan teknologi proses. Untuk melakukan koordinasi tersebut diperlukan adanya organisasi untuk mengendalikan faktor-faktor terkait sehingga dapat mewujudkan hasil yang diharapkan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik, maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan sebagai pedoman. Menurut Zamami 1998, untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman sebagai berikut :

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas.
2. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi.
3. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi.
4. Adanya kesatuan arah (*unity of direction*).
5. Adanya kesatuan perintah (*unity of command*).
6. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggungjawab.
7. Adanya pembagian tugas (*distribution of work*).
8. Adanya koordinasi.
9. Struktur organisasi disusun sederhana.
10. Pola dasar organisasi harus relatif permanen.
11. Adanya jaminan jabatan (*unity of tenure*).
12. Remunerasi yang diberikan kepada setiap orang sesuai dengan tugas dan tanggung jawab.
13. Penempatan orang sesuai dengan keahlian masing-masing.

7.1 Bentuk Badan Usaha

Dalam menciptakan suatu sistem pengelolaan perusahaan agar mencapai sasaran yang diinginkan sekaligus hasil produksi yang besar, maka

diperlukan elemen dasar suatu perusahaan sebagai alat pelaksana. Elemen tersebut terdiri dari :

1. Manusia (*Man*)
2. Bahan (*Material*)
3. Mesin (*Machine*)
4. Metode (*Method*)
5. Uang (*Money*)
6. Pasar (*Market*)

Elemen – elemen tersebut menjadi faktor utama untuk menjalankan suatu perusahaan dalam mencapai tujuannya dan bekerjasama secara bersama-sama dalam organisasi perusahaan. Bentuk perusahaan dari pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Dasar pertimbangan dari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut :

1. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari penjualan saham.
2. Kekayaan perseroan terpisah dari kekayaan setiap pemegang saham.
3. Demi kelancaran produksi, maka tanggung jawab setiap pemegang saham dipegang oleh pimpinan perusahaan.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin kerana tidak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, direksi, maupun karyawan.

7.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing - masing. Oleh karena itu struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing - masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain:

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Pendelegasian wewenang
3. Pembagian tugas kerja yang jelas
4. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
5. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
6. Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Berdasarkan pedoman terhadap azas - azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Hal ini juga terkait pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang - orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

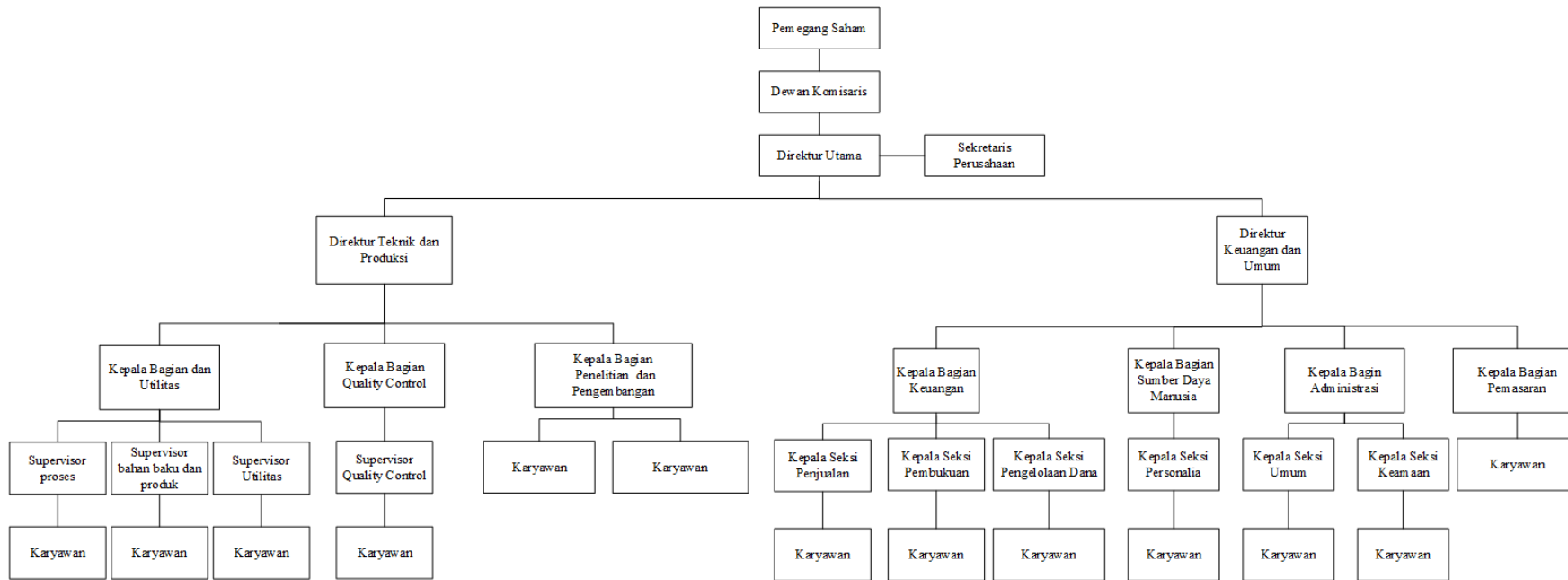
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian

wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
4. Penyusunan program pengembangan manajemen.
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Struktur organisasi Pabrik Semi Kokas dengan kapasitas 960.000 ton/tahun disampaikan pada Gambar 7.1 berikut ini.



Gambar 7.1 Diagram Blok Struktur Organisasi Pabrik Semi Kokas

7.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Mereka adalah pemilik perusahaan dan mempunyai kekuasaan tertinggi dalam perusahaan. Tugas dan wewenang pemegang saham :

- a. Memilih dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b. Meminta pertanggungjawaban kepada Dewan Komisaris

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris sebagai wakil dari pemegang saham dan semua keputusan dipegang dan ditentukan oleh Rapat Persero. Biasanya yang menjadi Ketua Dewan Komisaris adalah Ketua dari Pemegang Saham, dipilih dari Rapat Umum Pemegang Saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris :

- a. Menyetujui dan menolak rencana kerja yang diajukan Direktur
- b. Memilih dan memberhentikan Direktur
- c. Mengawasi Direktur
- d. Mempertanggung jawabkan perusahaan kepada Pemegang Saham

3. Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap kemajuan perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Tugas Direktur Utama antara lain:

- a. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- b. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- c. Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

- 1) **Direktur Teknik dan Produksi**
Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:
 - a. Menentukan kebijakan operasi pabrik agar dapat memperoleh hasil optimal
 - b. Menentukan kebijakan produksi untuk mengendalikan kualitas produk
 - c. Melakukan pengawasan dan evaluasi terhadap proses dan peralatan produksi.
 - d. Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi
 - e. Pengawasan peralatan pabrik
 - f. Perbaikan pemeliharaan alat-alat produksi
 - g. Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama

- 2) **Direktur Keuangan dan Umum**
Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain:
 - a. Bertanggung jawab terhadap laba rugi perusahaan ,neraca keuangan, administrasi perusahaan dan perencanaan pemasaran dan penjualan
 - b. Menyusun strategi pemasaran berdasarkan kondisi pasar dan kemampuan perusahaan
 - c. Menetapkan sasaran penjualan
 - d. Membangun interaksi yang baik dengan pelanggan
 - e. Menjaga komitmen dan konsistensi terhadap pemberlakuan aturan atau SOP kemudian melakukan analisa efisiensi pada SOP tersebut
 - f. Mengontrol kedisiplinan pada kinerja departemen pemasaran berdasarkan aturan yang berlaku
 - g. Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang kepegawaian, fasilitas bagi karyawan, peningkatan mutu karyawan, pelayanan terhadap masyarakat maupun karyawan serta keamanan pabrik.
 - h. Mengadakan kegiatan umum bagi masyarakat sebagai bentuk pelayanan dan memperat hubungan baik antara perusahaan dan masyarakat.
 - i. Merencanakan, mengkaji dan mengevaluasi kinerja karyawan.
 - j. Mengadakan pelatihan untuk meningkatkan kualitas karyawan perusahaan.

- k. Mengkoordinir, mengatur dan mengkaji sistem keamanan perusahaan termasuk keamanan fisik, keselamatan karyawan, fasilitas dan aset.
- l. Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.
- 4. Kepala Bagian
Terdapat beberapa Kepala Bagian, diantaranya :
 - a. Kepala Bagian Proses dan Utilitas.
 - b. Kepala Bagian *Quality Control*.
 - c. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan.
 - d. Kepala Bagian Keuangan.
 - e. Kepala Bagian Sumber Daya Manusia.
 - f. Kepala Bagian Keamanan dan Umum.
 - g. Kepala Bagian Pemasaran.Tugas umum Kepala Bagian adalah :
 - a. Menjalankan organisasi/mengatur/mengkoordinasi atau mengawasi pekerja-pekerja seksi bawahannya.
 - b. Bertanggung jawab atas kerja seksi-seksi dibawahnya.
 - c. Membuat laporan-laporan berkala dari seksi-seksi dibawahnya.
 - d. Mengajukan saran-saran atau pertimbangan-pertimbangan mengenai usaha perbaikan kepala seksi.
- 5. *Supervisor*
Tugas dari *Supervisor* adalah :
 - a. Mengatur kerjanya para bawahannya (*Staff*).
 - b. Membuat *job descriptions* untuk *Staff* dibawah pengawasannya.
 - c. Bertanggung jawab atas hasil kerja *Staff*.
 - d. Memberi motivasi kerja kepada *Staff*.
 - e. Membuat jadwal kegiatan kerja untuk karyawan.
 - f. Memberikan *briefing* bersama *Staff*.
 - g. Membuat planing pekerjaan harian, mingguan, bulanan, dan tahunan.

6. Operator

Tugas dan wewenang dari seorang operator adalah:

- a. Memastikan kinerjanya sesuai dengan yang telah ditentukan oleh perusahaan sesuai hasil briefing pagi.
- b. Memastikan segala sesuatu dikerjakan sesuai SOP (*Standard Operational Procedure*).
- c. Memastikan target yang ditentukan perusahaan tercapai dengan baik.
- d. Memastikan lingkungan kerja terjaga kerapihan dan kebersihannya.
- e. Memastikan shift selanjutnya memahami tugas yang disampaikan saat *briefing*.
- f. Menjaga *safety*.
- g. Memastikan laporan kerja dibuat sebagai bahan pertanggung jawaban nantinya.

7.4 Peraturan Perusahaan

Pabrik Semi Kokas direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Operasi pabrik membutuhkan pengawasan selama 24 jam sehingga para karyawan diberikan jadwal bergilir (*shift*). Jam kerja dalam 24 jam dibagi dalam tiga *shift* dengan tiap *shift* dibagi masing-masing 8 jam. Sisa 20 hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown* pabrik.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawan yang secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu, seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Selain itu, absensi juga digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karir para karyawan di dalam perusahaan (Sutrisno, 2009).

Pada pabrik Semi Kokas ini, karyawan digolongkan menjadi dua tipe yaitu:

1. Karyawan *non-shift*, yaitu karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya direktur, staf ahli, *manager*, bagian administrasi, bagian gudang, dan lain-lain. Jam kerja karyawan *non-shift*

ditetapkan sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Kep.234/Men/2003 yaitu 8 jam sehari atau 40 jam per minggu dan jam kerja selebihnya dianggap lembur. Perhitungan uang lembur menggunakan acuan 1/173 dari upah sebulan (Pasal 10 Kep.234/Men/2003) untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam. Perincian jam kerja *non-shift* adalah sebagai berikut:

- Senin-Kamis

Waktu kerja : Pukul 08.00 – 12.00 WITA
Pukul 13.00 – 16.00 WITA

Waktu istirahat : Pukul 12.00 – 13.00 WITA

- Jumat

Waktu kerja : Pukul 08.00 – 12.00 WITA
Pukul 14.00 – 16.00 WITA

Waktu istirahat : Pukul 12.00 – 14.00 WITA

- Sabtu

Waktu kerja : Pukul 08.00 – 14.00 WITA

2. Karyawan *shift* yaitu karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi yang memerlukan pengawasan secara terus-menerus selama 24 jam, misalnya bagian produksi, utilitas, listrik, keamanan, laboran dan lain-lain. Perincian jam kerja *shift* adalah sebagai berikut:

a. *Shift* Operasi

Shift pagi : 07.00 - 15.00 WITA

Shift sore : 15.00 – 23.00 WITA

Shift malam : 23.00 – 07.00 WITA

b. *Shift* Keamanan

Shift pagi : 06.00 - 14.00 WITA

Shift sore : 14.00 – 22.00 WITA

Shift malam : 22.00 – 06.00 WITA

Hari Minggu dan hari libur lainnya, karyawan *shift* tetap bekerja seperti biasa. Karyawan *shift* diberikan libur dua hari dan enam hari kerja. Untuk itu, karyawan *shift* dibagi dalam 4 regu yaitu regu A, B, C, dan D. Jadwal kerja

masing-masing regu dapat dilihat pada Tabel 7.1. Jam kerja tersebut dapat berubah dari waktu ke waktu sesuai dengan kepentingan operasional perusahaan dengan mematuhi peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Tabel 7.1 Jadwal Karyawan

| <i>Shift</i> | Hari ke- | | | | | | | | | |
|--------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Pagi | A | A | D | D | C | C | B | B | A | A |
| Siang | B | B | A | A | D | D | C | C | B | B |
| Malam | C | C | B | B | A | A | D | D | C | C |
| Libur | D | D | C | C | B | B | A | A | D | D |

3. Karyawan Borongan

Karyawan borongan jika diperlukan maka perusahaan dapat menambah jumlah karyawan yang dikerjakan secara borongan selama kurun waktu tertentu yang ditentukan menurut kebijaksanaan perusahaan.

7.5 Jumlah Karyawan

Perhitungan jumlah karyawan disampaikan pada Lampiran N. Uraian jumlah karyawan pada masing-masing bagian disampaikan pada Tabel 7.2. Berdasarkan tabel tersebut, total karyawan *shift* adalah 168 orang dan total karyawan *non-shift* adalah 36 orang.

Tabel 7.2 Jumlah Karyawan *Non-Shift* dan *Shift*.

| No | Jabatan | <i>Non-Shift</i> | <i>Shift</i> |
|----|------------------------------|------------------|--------------|
| 1. | Dewan Komisaris | 1 | - |
| 2. | Direktur Utama | 1 | - |
| 3. | Direktur Teknik dan Produksi | 1 | - |
| 4. | Direktur Keuangan dan Umum | 1 | - |
| 5. | Sekretaris Perusahaan | 3 | - |

| No | Jabatan | <i>Non-Shift</i> | <i>Shift</i> |
|----|-----------------------------|------------------|--------------|
| 6. | Kepala Bagian | | |
| | Proses dan Utilitas | 1 | - |
| | <i>Quality Control</i> | 1 | - |
| | Penelitian dan Pengembangan | 1 | - |
| | Keuangan | 1 | - |
| | Sumber Daya Manusia | 1 | - |
| | Keamanan dan Umum | 1 | - |
| | Pemasaran | 1 | - |
| 7. | <i>Supervisor</i> | | |
| | Proses dan Utilitas | 1 | - |
| | Bahan Baku dan Produk | 1 | - |
| | Utilitas | 1 | - |
| | <i>Quality Control</i> | 1 | - |
| 8. | Kepala Seksi | | |
| | Penjualan | 1 | - |
| | Pembukuan | 1 | - |
| | Pengelolaan Dana | 1 | - |
| | Personalia | 1 | - |
| | Umum | 1 | - |
| | Keamanan | 1 | - |

| No | Jabatan | Non-Shift | Shift |
|----|-------------------------------|-----------|-------|
| 9. | Karyawan | | |
| | Proses dan Utilitas | - | 80 |
| | <i>Quality Control</i> | - | 40 |
| | Penelitian dan Pengembangan | - | 20 |
| | Keuangan dan Pemasaran | 4 | - |
| | Administrasi | 4 | - |
| | Keamanan dan Umum | - | 12 |
| | Kesehatan dan Ketenagakerjaan | 4 | - |
| | Karyawan Tidak Tetap | - | 16 |
| | Jumlah | 36 | 168 |
| | Total Karyawan | 204 | |

7.6 Penggolongan Karyawan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Dalam melaksanakan kegiatan perusahaan atau pabrik dibutuhkan susunan tenaga kerja seperti pada struktur organisasi. Penggolongan berdasarkan tingkat pendidikan dalam pabrik Semi Kokas ditampilkan pada Tabel 7.3.

Tabel 7.3 Tingkat Pendidikan Karyawan

| No | Jabatan | Pendidikan |
|----|------------------------------|---|
| 1. | Dewan Komisaris | Hukum / Teknik Kimia / Teknik Industri (S2) |
| 2. | Direktur Utama | Teknik Kimia / Teknik Industri (S2) |
| 3. | Direktur Teknik dan Produksi | Teknik Kimia / Teknik Industri / MIPA Kimia (S2) |
| 4. | Direktur Keuangan dan Umum | Ekonomi / Manajemen / Ilmu Komunikasi / Psikolog (S2) |
| 5. | Sekretaris Perusahaan | Teknik Industri / Teknik Kimia / Manajemen (S1) |

| No | Jabatan | Pendidikan |
|----|-----------------------------|---|
| 6. | Kepala Bagian | |
| | Proses dan Utilitas | Teknik Kimia/ Teknik Industri / Teknik Elektro / Teknik Instrumentasi Pabrik / Teknik Mesin (S1) |
| | <i>Quality Control</i> | Teknik Kimia / MIPA Kimia (S1) |
| | Penelitian dan Pengembangan | Teknik Kimia / MIPA Kimia (S1) |
| | Keuangan | Akuntansi/ Ekonomi/ Manajemen (S1) |
| | Sumber Daya Manusia | Akuntansi/ Ekonomi (S1) |
| | Keamanan dan Umum | Manajemen (S1) |
| | Pemasaran | Ilmu Komunikasi / Psikolog/ Kedokteran (S1) |
| 7. | <i>Supervisor</i> | |
| | Proses | Teknik Kimia / Teknik Industri (S1) |
| | Bahan Baku dan Produk | Teknik Kimia / Teknik Industri / MIPA Kimia (S1) |
| | Utilitas | Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknik Elektro / Teknik Instrumentasi Pabrik / Teknik Mesin (S1) |
| | <i>Quality Control</i> | Teknik Kimia / MIPA (S1) |
| 8. | Kepala Seksi | |
| | Penjualan | Manajemen / Akuntansi (S1) |
| | Pembukuan | Akuntansi/ Ekonomi (S1) |
| | Pengelolaan Dana | Akuntansi/ Ekonomi (S1) |
| | Personalia | Ilmu Komunikasi / Psikolog (S1) |

| No | Jabatan | Pendidikan |
|----|-------------------------------|--|
| | Umum | Ilmu Komunikasi / Manajemen (S1) |
| | Keamanan | Manajemen (S1) |
| 9. | Karyawan | |
| | Proses dan Utilitas | Teknik Kimia (S1 / D3) / Teknik Mesin (D3) |
| | <i>Quality Control</i> | MIPA Kimia (D3) |
| | Penelitian dan Pengembangan | SMK / SMA / D1 |
| | Keuangan dan Pemasaran | SMK / SMA / D1 |
| | Administrasi | SMK / SMA / D1 |
| | Keamanan dan Umum | SMP / SMK / SMA / D1 |
| | Kesehatan dan Ketenagakerjaan | Sarjana Kedokteran (S1) / Akademi Keperawatan (D3) |
| | Karyawan Tidak Tetap | SMK / SMA |

7.7 Jaminan Sosial Karyawan

Jaminan sosial merupakan jaminan yang diterima oleh karyawan apabila terjadi suatu hal diluar kendalinya. Ruang lingkup jaminan sosial sesuai dengan Undang-undang Nomor 24 Tahun 2011 yaitu peraturan pelaksanaan perusahaan untuk mengikutsertakan setiap karyawan dalam program Jaminan Sosial Ketenagakerjaan yang meliputi Jaminan Hari Tua (JHT), Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK), Jaminan Kematian (JKM), dan Program Bantuan Kesehatan oleh perusahaan.

Iuran karyawan dilakukan untuk jaminan kerja, jaminan kematian, dan jaminan pemeliharaan kesehatan ditanggung sepenuhnya oleh perusahaan. Iuran jaminan hari tua sebesar 3% (perusahaan 1% dan karyawan 2% dari gaji sebulan). Untuk perhitungan iuran dapat berubah dengan ketetapan pemerintah yang berlaku.

Selain upah resmi, perusahaan juga memberikan beberapa fasilitas kepada setiap tenaga kerja diantaranya :

1. Fasilitas cuti tahunan, diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya dan dipertimbangkan.
2. Tunjangan hari raya dan bonus, tunjangan hari raya diberikan satu kali setahun sebesar 1 kali upah dalam satu bulan dan bonus diberikan kepada karyawan berdasarkan prestasi yang telah diraih.
3. Kenaikan gaji dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja, dan lain-lain. Besar gaji karyawan berdasarkan pada golongan dan jabatan karyawan.
4. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian yang diberikan kepada keluarga tenaga kerja yang meninggal karena kecelakaan kerja.
5. Pelayanan kesehatan secara gratis diberikan kepada karyawan di dalam pabrik.
6. Penyediaan sarana transportasi dan bus karyawan.
7. Penyediaan kantin dan tempat ibadah.
8. Penyediaan APD bagi setiap karyawan.
9. Fasilitas kendaraan untuk manajer.
10. *Family gathering party* setiap satu tahun sekali. Bonus 1% dari keuntungan perusahaan dan didistribusikan untuk seluruh karyawan.

7.8 Penentuan Gaji Karyawan

Penentuan gaji karyawan berdasarkan jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, keahlian, dan risiko kerja. Sistem gaji karyawan dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan
Gaji bulanan diberikan kepada karyawan tetap dan besaran gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.
2. Gaji Harian
Gaji harian diberikan kepada karyawan tidak tetap (buruh harian).

3. Gaji Lemburan

Gaji lemburan diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja (*overtime*) sesuai ketentuan dan besaran gaji tersebut sesuai dengan peraturan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Kep.234/Men/2003 pasal 9 dan 10.

Penentuan gaji karyawan disampaikan pada Lampiran O.

BAB VIII

ANALISIS EKONOMI

8.1 Dasar Perhitungan Analisis Ekonomi

Perhitungan analisis ekonomi membutuhkan perhitungan kebutuhan dari bahan baku, kapasitas produksi, biaya peralatan, biaya utilitas, biaya gaji karyawan, dan pengadaan lahan. Kebutuhan bahan baku dan kapasitas produksi berdasarkan neraca massa pada Bab IV. Harga peralatan utama dan utilitas berdasarkan spesifikasi peralatan pada Bab V. Biaya gaji karyawan berdasarkan perhitungan pada Bab VII. Asumsi yang digunakan dalam analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

1. Pengoperasian pabrik mulai tahun 2025 dan dijalankan secara kontinyu.
2. Jumlah hari kerja adalah 330 hari/tahun.
3. Nilai *salvage value* adalah nol.
4. Kapasitas produksi pabrik pada tahun ke-1 60%, ke-2 80%, dan 100% pada tahun selanjutnya.
5. Masa konstruksi pabrik selama 2 tahun.
6. Sumber dana investasi dari modal sendiri 70% dan modal pinjaman 30%.

8.2 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi. Harga peralatan dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya berdasarkan indeks harga.

Tabel 8.1 Harga Indeks

| Tahun | <i>Annual Index</i> | Tahun | <i>Annual Index</i> |
|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|
| 1930 | 152,10 | 2010 | 1.695,10 |
| 1950 | 285,20 | 2012 | 1.798,10 |
| 1960 | 382,60 | 2014 | 1.906,80 |
| 1970 | 516,50 | 2016 | 2.020,80 |
| 1980 | 697,20 | 2017 | 2.081,60 |
| 1990 | 941,40 | 2019 | 2.144,90 |
| 2000 | 1.262,00 | 2020 | 2.171,60 |
| 2005 | 1.464,10 | | |

Sumber : Jurnal Camaraza, 2020

8.3 Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi dilakukan untuk mengetahui kelayakan pabrik sebagai evaluasi atau penilaian investasi. Berikut beberapa faktor yang ditinjau dalam analisis ekonomi :

1. Laju pengembalian modal (*Internal Rate of Return*).
2. Lama pengembalian modal (*Pay out Period*).
3. Titik impas (*Break Even Point*).

Beberapa parameter yang harus dilakukan untuk meninjau factor-faktor diatas yaitu :

1. Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*).
2. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*).
3. Modal kerja (*Working Capital Investment*).

Beberapa parameter pada penentuan biaya total produksi (*Total Production Cost*) adalah sebagai berikut :

1. Biaya produksi (*Manufacturing Cost*).
2. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*).
3. Total pendapatan.

8.3.1 Total Capital Investment (TCI)

1. Direct Cost (Biaya Langsung)

Nilai *direct cost* (biaya langsung) disampaikan pada Tabel 8.2.

Tabel 8.2 Nilai *Direct Cost*

| No. | Komponen Biaya | Biaya (Rp) |
|--------------------------|---|------------------------|
| 1. | Harga Peralatan (I) | 25.035.462.503 |
| 2. | Instalasi (0,47 x I) | 11.265.958.126 |
| 3. | Instrumentasi dan alat kontrol (0,18 x I) | 4.506.383.251 |
| 4. | Perpipaan terpasang (0,66 x I) | 4.005.674.000 |
| 5. | Listrik terpasang (0,11 x I) | 2.503.546.250 |
| 6. | Bangunan | 19.585.800.000 |
| 7. | Pengembangan Lahan (0,1 x I) | 3.755.319.375 |
| 8. | Fasilitas pelayanan (0,53 x I) | 10.014.185.001 |
| 9. | Tanah | 30.000.000.000 |
| Total Direct Cost | | 110.672.328.507 |

2. Indirect Cost / Biaya Tak Langsung

Nilai *indirect cost* (biaya tak langsung) disampaikan pada Tabel 8.3.

Tabel 8.3 Nilai *Indirect Cost*

| No. | Komponen Biaya | Biaya (Rp) |
|----------------------------|---|-----------------------|
| 1. | <i>Engineering</i> (0,33 x Harga peralatan) | 8.261.702.626 |
| 2. | Biaya konstruksi (0,41 x Harga peralatan) | 9.763.830.376 |
| 3. | Kontraktor (0,05*(DC + IC)) | 25.739.572.302 |
| 4. | Biaya tak terduga (0,1*(DC + IC)) | 15.140.924.883 |
| Total Indirect Cost | | 58.906.030.187 |

3. Total Biaya Produksi

Nilai dari total biaya produksi disampaikan pada Tabel 8.4.

Tabel 8.4 Total Biaya Produksi

| No. | Komponen Biaya | Biaya (Rp) |
|-----|------------------|-------------------|
| 1. | Biaya Bahan Baku | 4.296.474.104.432 |
| 2. | Biaya Utilitas | 22.267.424.422 |
| 3. | Biaya Pengemasan | 210.499.229.175 |
| 4. | Gaji Karyawan | 9.103.380.000 |

4. Biaya Produksi Langsung

Nilai dari produksi langsung disampaikan pada Tabel 8.5.

Tabel 8.5 Biaya Produksi Langsung

| No | Komponen Biaya | Biaya (Rp) |
|--------------------------------------|--|--------------------------|
| 1. | Bahan baku untuk 1 tahun | 4.296.474.104.432 |
| 2. | Gaji karyawan untuk 1 tahun | 9.103.380.000 |
| 3. | Utilitas untuk 1 tahun | 22.759.511.366 |
| 4. | Pemeliharaan (0,1 x FCI) | 15.140.924.883 |
| 5. | Laboratorium (0,1 x Gaji Karyawan) | 910.338.000 |
| 6. | <i>Operating Supplies</i> (0,01 x FCI) | 1.514.092.488 |
| 7. | Supervisi (0,1 x Gaji Karyawan) | 910.338.000 |
| 8. | Pengemasan | 211.309.229.175 |
| 9. | Paten dan Royalti (0,03 x TPC) | 208.431.456.379 |
| Total Biaya Langsung Langsung | | 4.766.553.374.724 |

5. Biaya Produksi Tetap (*Fixed Cost*)

Nilai dari biaya produksi tetap disampaikan pada Tabel 8.6.

Tabel 8.6 Biaya Produksi Tetap

| No | Komponen Biaya | Biaya (Rp) |
|--|---|----------------------|
| 1. | Asuransi (0,01*FCI) | 1.514.092.488 |
| 2. | Depresiasi (10% peralatan + 2% bangunan) | 2.895.262.250 |
| 3. | Pajak Lokal (0,01*FCI) | 1.514.092.488 |
| 4. | Bunga (8% modal pinjaman) | 3.633.821.972 |
| Total Biaya Produksi Tetap (Fixed Cost) | | 9.557.269.199 |

6. Biaya Umum (General Expenses)

Nilai dari biaya umum disampaikan pada Tabel 8.7.

Tabel 8.7 Biaya Umum

| No | Komponen Biaya | Biaya (Rp) |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. | Distribusi dan Pemasaran (0,1 x TPC) | 0,1 TPC |
| 2. | Litbang (0,05 x TPC) | 0,05 TPC |
| 3. | Administrasi (0,06 x TPC) | 0,06 TPC |
| 4. | Financing (0,1 x TCI) | 17.812.852.804 |
| Total Biaya Umum | | 17.812.852.804 |

7. Total Biaya Produksi

Nilai dari total produksi disampaikan pada Tabel 8.8.

Tabel 8.8 Total Biaya Produksi

| | | | |
|----------------------|------|-----|--|
| Total Biaya Produksi | | = | Total biaya produksi langsung + <i>fixed cost</i> + total biaya umum |
| TPC - | 0,34 | TPC | = Rp. 4.585.492.040.347 |
| | 0,66 | TPC | = Rp. 4.585.492.040.347 |
| | | TPC | = Rp. 6.947.715.212.648 |

8.3.2 Break Even Point (BEP)

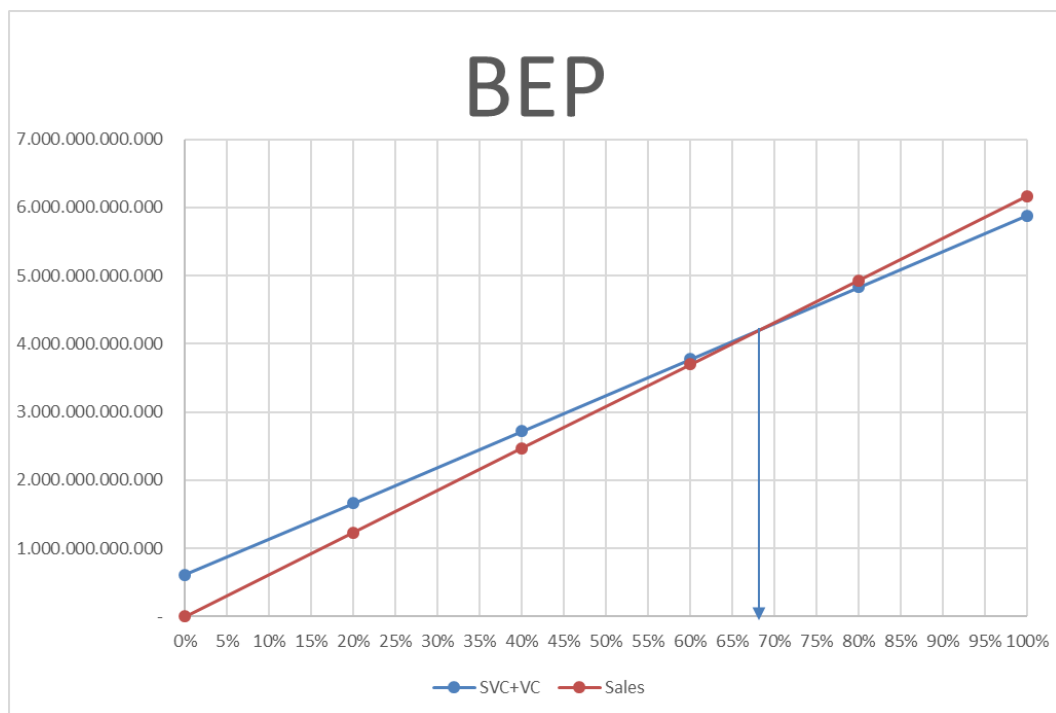
Analisis *Break Even Point* digunakan untuk mengetahui kapasitas produksi ketika biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi sedangkan biaya variabel (VC) dan biaya semi variabel (SVC) dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Basis Perhitungan Break Basis Perhitungan *Break Even Point* adalah sebagai berikut :

Kapasitas : 960.000 ton/ tahun

Biaya Tetap : Rp. 9.557.269.199,-

Pengeluaran Total : Rp. 4.539.646.224.973,-
 Biaya Produksi Total : Rp. 6.947.715.212.648,-
 Penjualan Total : Rp. 7.046.937.371.520,-

Kurva BEP disampaikan pada Gambar 8.1. Berdasarkan gambar tersebut dan hasil perhitungan pada Lampiran P diperoleh BEP sebesar 68% atau kapasitas produksi 960.000 ton/tahun. Hal ini berarti pada kapasitas 68%, biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Oleh karena itu, pabrik sebaiknya dioperasikan pada kapasitas produksi lebih dari 68%.



Gambar 8.1 Kurva *Break Even Point* (BEP)

8.3.3 *Return on Investment* (ROI)

Return on Investment (ROI) merupakan parameter untuk mengukur kemampuan perusahaan berdasarkan keseluruhan modal yang ditanamkan untuk menghasilkan keuntungan. Berdasarkan pengertian ROI, keuntungan yang dihasilkan sebuah perusahaan berhubungan dengan jumlah keuntungan investasi yang akan dihasilkan. Nilai ROI Pabrik Semi Kokas ini disampaikan pada Tabel 8.9. Nilai ROI sebelum pajak dan sesudah pajak masing-masing 67% dan 47% yang artinya pendapatan atau keuntungan pabrik dibandingkan jumlah modal

pengeluaran sebesar 67% dan 47%. Hal ini menunjukkan investasi pada pabrik Semi Kokas memberikan keuntungan yang besar dan pabrik Semi Kokas layak untuk didirikan.

Tabel 8.9 Nilai *Return on Investment* (ROI)

| | |
|---------------|-----|
| Sebelum Pajak | |
| ROI | 67% |
| Sesudah Pajak | |
| ROI | 47% |

8.3.4 *Internal Rate of Return* (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) adalah *discount rate* yang menyamakan nilai sekarang (*present value*) dari arus kas masuk dan nilai investasi suatu usaha, dengan kata lain IRR adalah *discount rate* yang menghasilkan $NPV = 0$. *Internal rate of return* merupakan tingkat pengembalian tahunan yang diharapkan dalam suatu investasi. Berdasarkan perhitungan pada Lampiran Q, diperoleh harga $i = 59,13\%$ per tahun yang berarti tingkat pengembalian atau perkembangan investasi sebesar 59,13%. Harga i yang diperoleh lebih besar daripada harga i tingkat suku bunga yaitu 8% per tahun. Semakin tinggi persentase *Internal rate of return* maka semakin tinggi pula tingkat investasi yang dapat ditanamkan. Apabila terdapat beberapa pilihan, investasi dengan nilai IRR yang tinggi dapat dianggap terbaik. Oleh karena itu, pabrik Semi Kokas layak didirikan.

8.3.5 *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time (POT) adalah lama waktu yang dibutuhkan pabrik sejak dari mulai beroperasi untuk melunasi investasi awal dari pendapatan bersih yang diperoleh. Perhitungan *Pay Out Time* disampaikan pada Tabel 8.10. Berdasarkan perhitungan pada Lampiran Q, waktu pengembalian modal minimum sebelum dan setelah pajak adalah 1,45 dan 2,05 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil daripada perkiraan usia pabrik yaitu 20 tahun.

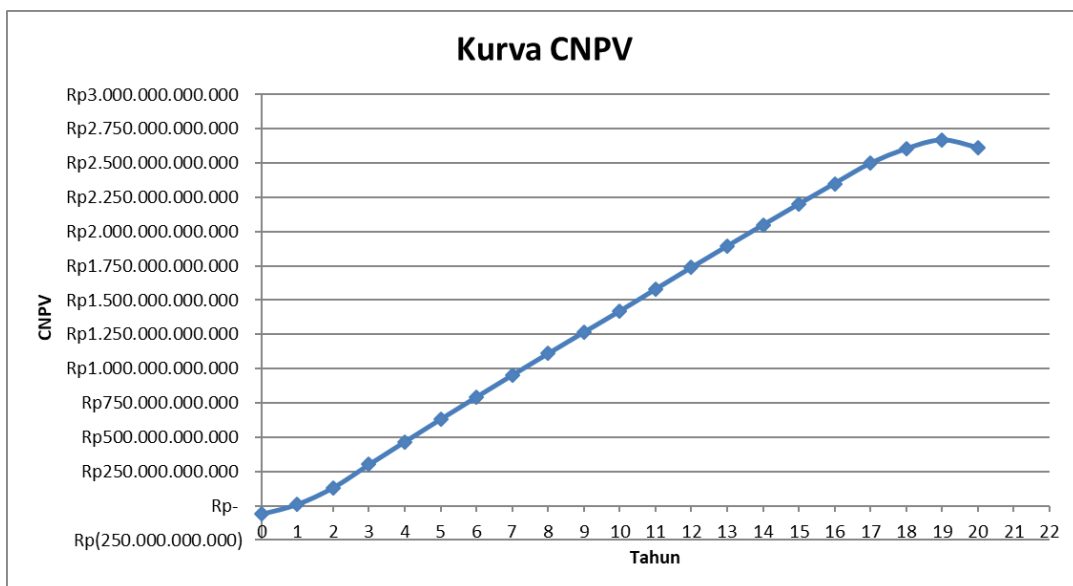
Tabel 8.10 Nilai *Pay Out Time* (POT)

| | |
|---------------|------|
| Sebelum Pajak | |
| POT | 1,45 |
| Sesudah Pajak | |
| POT | 2,05 |

8.3.6 *Cumulative Net Present Value* (CNPV)

Cumulative Net Present Value adalah analisis keuangan yang digunakan untuk menentukan kelayakan usaha oleh perusahaan berdasarkan nilai saat ini dari arus kas bersih yang akan diterima perusahaan dibandingkan dengan nilai sekarang dari modal investasi yang dikeluarkan perusahaan. Kurva hubungan CNPV terhadap tahun dapat menunjukkan waktu *pay back period*.

Kurva CNPV terhadap waktu disampaikan pada Gambar 8.2. Berdasarkan gambar tersebut, *pay back period* adalah 1,1 tahun. Berdasarkan



Gambar 8.2 diasumsikan Pabrik Semi Kokas mulai tutup pada tahun ke-10.

Gambar 8.2 Kurva Hubungan CNPV Terhadap Tahun

BAB IX

KESIMPULAN

1. Kapasitas produksi pabrik adalah 960.000 ton/tahun dengan 330 hari operasi dan 25 hari untuk *shutdown* atau *overhaul*.
2. Bahan baku yang digunakan adalah Batu Bara *Bituminous*.
3. Proses yang digunakan adalah *By Product Process*.
4. Alat utama terdiri dari *Coke Oven Battery*, *Spray Quencher*, *Double Roll Mixer*, *Double Roll Briquette*, dan *Crusher*.
5. Sistem utilitas terdiri dari *Boiler*, Kompresor, Unit Pembangkit listrik, dan Unit Pengolahan Air.
6. Unit pengolahan limbah terdiri dari *Desulfurizer*.
7. Lokasi pabrik terletak di Kecamatan Sungai Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan.
8. Hasil analisis ekonomi terdiri dari IRR 56%, ROI setelah pajak 46%, BEP 68%, dan POT setelah pajak adalah 2,1 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- ABC Coke, 2019, Coke (Various Size) SDS, No. 65996-77-2, hh. 1-6.
- According to Regulation (EC), 2017, Annex II, as amended, No. 1907, hh. 1-12.
- Arcellor Mittal, 2015, Material Safety Data Sheet, No. 9959, hh. 1-4.
- Arif, Muhammad, 2017, Perancangan Tata Letak Pabrik, Sleman, Deepublish.
- Aulton, M. E., 2002, *Pharmaceutics The Science of Dosage Form Design Second Edition* 530, ELBS Foneded by British Govenment, 499-530.
- Brotowati, S. d., 2018. Peningkatan Kualitas Batu bara Subbituminus Mallawa Menjadi Batu Bara Bituminus, *Journal INTEK*, hh.36-37, Vol. 5 (1).
- Coal, Bituminous, 2018, Carolina Biological Supply Company 2700 York Road, Burlington, NC 272151-800-227-1150, hh. 1-4.
- Firdaus, Ade Rahmat, 2015, Analisis Risiko Paparan NH₃ dan H₂S Terhadap Gangguan Pernapasan Pada Penduduk di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Bukit Pinang Samarinda, eISSN, No.2477-5819, hh. 52-53.
- Geankoplis, C. J. 1978. *Transport Process and Unit Operation 3rd Edition*. United State of America: Prentice-Hall, Inc.
- Grammelis, P., Margaritis, N., & Karampinis, E. (2016). *Solid fuel types for energy generation. Fuel Flexible Energy Generation*, 29–58.
- Haldar, S. K., 2018. Mineral Exploration : Principles and Applications. In: Elseiver, ed. s.l.:Elseiver.
- Jumari, A dan Purwanto A. 2005. *Design of Rotary Dryer for Improving the Quality of Productof Semi Organic Phosphate Fertilizer*, Jurusan Teknik Kimia F.T. UNS : Solo.
- Puspitasari, Ika, 2019, Produsen batu bara kokas menggenjot produksi pada 2019, [Kontan.co.id](https://amp.kontan.co.id/news/produsen-batu-bara-kokas-menggenjot-produksi-pada-2019), diakses pada tanggal 11 April 2021, <https://amp.kontan.co.id/news/produsen-batu-bara-kokas-menggenjot-produksi-pada-2019>.
- Salsabila, H. H, 2019, Proses Treatment Marine Fuel Oil (MFO) Sebagai Bahan Bakar Pada Mesin Diesel, *Kompetensi Teknik*, Vol. 11, No.1, hh.30.
- Salsabila, Hasna. 2019. Proses Treatment Marine Fuel Oil (MFO) Sebagai Bahan Bakar Pada Mesin Diesel. Universitas Negeri Semarang: Semarang.

- Shidiq, Zamzam Buchory, Abubakar & Alex Saleh, 2015, Analisis Kelayakan Pabrik Pembuatan Kokasnon Coking, Vol. 03, No. 03, hh. 4.
- Sitorus, Rudy Surya. 2016. Kajian Peningkatan Produksi Besi Dengan Teknologi Mini Blast Furnace Untuk Efisiensi Energi Bagi Penambangan Kecil Dan Menengah. BPPT: Tangerang.
- Sukirman, Silva. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Buku Obor : Jakarta.
- Suprajeni, tria, 2021, Karbonisasi Batu Bara, Mega Energi Khatulistiwa Energi, hh.22.
- Sutrisno 2009. Manajemen Sumber Daya Manusia Edisi Pertama. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Trend Economy, 2021, Annual International Trade Statistics by Country (HS02), TrendEconomy.com, diakses pada tanggal 11 April 2021, <https://trendeconomy.com/data/h2/Indonesia/2704>.
- Wilkinson, Arthur N. & A.J. Ryan. 1998. Polymer Processing and Structure Development. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Wiyono, F. G., 2012, Pabrik Cement Retarder Dari Gypsum Dengan Proses Granulasi, hh. 14-15.
- Yustanti Erlina dan Muda, I, 2011, Pembuatan Briket Kokas Dari Batu Bara Lignite Dengan Binder Recovered Oil Dan Additive Damdex, hh. 47, Vol. 7, No 1.
- Zainuri, Muhib. Ach, 2006, " *Material Handling Equipment*", Malang.
- Zhang, Suojiang. 2013. Coke oven gas: Availability, properties, purification, and utilization in China. Chinese Academy of Sciences: Beijing.

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN KAPASITAS PRODUKSI TON PERTAHUN

Diketahui data sebagai berikut :

| Tahun | Ekspor (ton/th) | Impor (ton/th) | Tahun | Produksi (ton/th) | Tahun | Konsumsi (ton/th) |
|-------|-----------------|----------------|-------|-------------------|-------|-------------------|
| 2016 | - | 547997.790 | 2017 | - | 2019 | 0 |
| 2017 | 0 | 364,572.28 | 2018 | - | 2020 | 5533107 |
| 2018 | 90,003.87 | 552,933.38 | 2019 | - | 2021 | 5775644 |
| 2019 | 208,462.71 | 621,800.18 | 2020 | 352,000 | 2022 | 6032082 |
| 2020 | 397,170.46 | 936317.849 | 2021 | 352,000 | 2023 | 6299907 |

| Tahun | %Ekspor | %Impor | Tahun | %Produksi | Tahun | %konsumsi |
|------------------|-----------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
| 2016 | #DIV/0! | -33.47194 | 2015 | #DIV/0! | 2019 | #DIV/0! |
| 2017 | #DIV/0! | 51.66632 | 2016 | #DIV/0! | 2020 | 4.38338 |
| 2018 | 131.61526 | 12.45481 | 2017 | #DIV/0! | 2021 | 4.43999 |
| 2019 | 90.52351 | 50.58179 | 2018 | 0.00000 | 2022 | 4.44001 |
| rata-rata | 111.06939 | 20.30775 | | 0.00000 | | 4.42113 |

Impor

$$\begin{aligned}
 I\ 2023 &= I\ 2020 \\
 &= 936,318 \\
 m2 &= 1,630,437.17
 \end{aligned}$$

Produksi

$$\begin{aligned}
 P\ 2023 &= P\ 2021 \\
 &= 352,000 \\
 m1 &= 352,000.00
 \end{aligned}$$

Ekspor

$$\begin{aligned}
 E\ 2023 &= E\ 2020 \\
 &= 397,170 \\
 m4 &= 3,734,673.82
 \end{aligned}$$

Konsumsi

$$\begin{aligned}
 K\ 2023 &= K\ 2023 \\
 &= 6,299,907 \\
 m5 &= 6,299,907.00
 \end{aligned}$$

Maka

$$\begin{aligned}
 m1 + m2 + m3 &= m4 + m5 \\
 1,982,437.17 + m3 &= 10,034,580.82
 \end{aligned}$$

$$m3 = 8,052,143.65 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kapasitas yang dipakai} = 960,000.00 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{persentase dari peramalan produksi} = 0.12$$

$$\text{safety factor} = 0.88$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka diasumsikan kapasitas pabrik semi kokas yang akan didirikan sebesar 960000 ton dengan pertimbangan yang telah dijelaskan dalam bab 3.

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN GROSS PROFIT MARGIN (GPM)

$$\begin{aligned} \text{Total Penjualan} &= \sum \text{Harga Produk} \times \text{Kapasitas produk} \\ &= \text{Rp}4,180,896,000,000.00 \quad \text{per tahun} \end{aligned}$$

Menghitung Total Biaya Bahan Baku

| Komposisi kokas | Bahan | Jumlah (ton) | Biaya/ton | Biaya |
|-----------------|-----------|--------------|-----------|-------------------|
| 100% | batu bara | 2,565,771 | 1,677,149 | 4,303,179,831,875 |
| Total | | | | 4,303,179,831,875 |

Menghitung Total penjualan

| Produk | Jumlah (ton) | Biaya/ton | Biaya |
|------------|--------------|-----------|-------------------|
| Semi kokas | 960,000 | 4,355,100 | 4,180,896,000,000 |
| Tar | 496,958 | 3,629,250 | 1,803,586,451,529 |
| Total | | | 5,984,482,451,529 |

Perhitungan Gross Profit Margin (GPM)

$$\text{GPM} = \frac{\text{Total penjualan} - \text{total biaya bahan baku}}{\text{Total penjualan}}$$

$$= 0.2809437$$

$$\text{GPM} = 0.389 \text{ ton produk}$$

Menghitung Margin Keuntungan Kotor

$$= \text{GPM} \times 100\%$$

$$= 0.28$$

$$= 28.09\%$$

LAMPIRAN C

SPESIFIKASI BAHAN BAKU

A. Bahan Baku

1. Batubara Bituminous

| | | |
|------------------------|---|---------------|
| Wujud | = | Padatan hitam |
| Kalori | = | 3400 Kcal/Kg |
| <i>Total Moisture</i> | = | 3.5-6% |
| <i>Total Sulfur</i> | = | 0.9-1.2 % |
| <i>Fixed Carbon</i> | = | 37% |
| <i>Volatile Matter</i> | = | 20-24% |
| Harga | = | 115.35\$/ton |

B. Bahan Pembantu

1. Tar

| | | |
|-------------|---|----------------|
| Wujud | = | Cairan kental |
| Kenampakan | = | Hitam |
| Titik didih | = | 350 C |
| Viskositas | = | 1.02 cP |
| Densitas | = | 1200 g/ml |
| Kemurnian | = | 99,9% coal tar |
| Harga | = | 320\$/ton |

LAMPIRAN D

SPESIFIKASI PRODUK

A. Hasil Utama

1. Semi Kokas

| | | |
|---------------------|---|-----------------------|
| Wujud | = | Padatan hitam |
| <i>Fixed carbon</i> | = | 6700 kcal/Kg |
| <i>Volatile</i> | = | 8-10% |
| <i>Ash</i> | = | 8-10% |
| <i>Moisture</i> | = | 10-18% |
| <i>Total sulfur</i> | = | 0.2-0.4% |
| Densitas | = | 1.2 g/cm ³ |
| Harga | = | 340\$/ton |

B. Hasil Samping

1. Coke Oven Gas

| | | |
|---------------------------------|---|---|
| Wujud | = | Gas tidak berwarna |
| Aroma | = | Karakter seperti phenol dengan sedikit hidrogen sulfida |
| Titik didih | = | <- 226 C |
| <i>Autoignition temperature</i> | = | 550 C |
| <i>Flammability limit</i> | = | 4%-30% (%V) |
| Densitas | = | 0.3 g/ml |
| Kandungan | = | H ₂ (61-66%), CH ₄ (24-28%), CO (5.5-8%), N ₂ (1-7%), CO ₂ (1.9-2.3%), Etilen (1.9-2.3%) |

2. Tar

| | | |
|-------------|---|----------------|
| Wujud | = | Cairan kental |
| Kenampakan | = | Hitam |
| Titik didih | = | 350 C |
| Densitas | = | 1200 g/ml |
| Kemurnian | = | 99,9% coal tar |
| Harga | = | 320\$/ton |

LAMPIRAN E NERACA MASSA

Data-data perencanaan produksi

| | | | |
|----------------------|---|-------------|-------------|
| 1 Kapasitas Produksi | = | 960000 | ton/tahun |
| | = | 121.2121 | ton/jam |
| | = | 121212.1212 | kg/jam |
| 2 Hari Kerja | = | 330 | hari/tahun |
| 3 Jam Kerja | = | 24 | jam operasi |
| 4 Basis Perhitungan | = | 1 | jam operasi |

Tabel 1.1 Data Komponen dan Berat Molekul

| No. | Komponen | BM |
|-----|--|------|
| 1 | <i>Coal</i> (CH _{0.8} S _{0.2} O _{0.1} N _{0.01}) | 20.9 |
| 2 | <i>Water</i> (H ₂ O) | 18 |
| 3 | <i>Semi Coke</i> (C) | 12 |
| 4 | H ₂ | 2 |
| 5 | CO | 28 |
| 6 | CH ₄ | 16 |
| 7 | NH ₃ | 17 |
| 8 | H ₂ S | 34 |
| 9 | C ₁₆ H ₁₄ | 206 |

Persen komponen =

$$C = \frac{1 \times \text{BM C}}{\text{BM Coal}}$$

$$= 0.5731$$

$$H = \frac{0.8 \times \text{BM H}}{\text{BM Coal}}$$

$$= 0.4000$$

$$S = \frac{0.2 \times \text{BM S}}{\text{BM Coal}}$$

$$= 0.3765$$

$$O = \frac{0.1 \times \text{BM O}}{\text{BM Coal}}$$

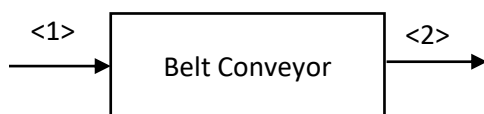
$$= 0.0764$$

$$N = \frac{0.01 \times \text{BM N}}{\text{BM Coal}}$$

$$= 0.0067$$

1. Belt Conveyor

Fungsi = Untuk mengalirkan *raw material* dari *storage* ke *Gyratory crusher*



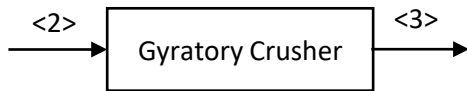
Tabel I.2 Neraca Massa Belt Conveyor

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|-------------|--------|----------|--------|-----------|
| | <1> | | <2> | |
| | x mass | massa | x mass | massa |
| <i>Coal</i> | 0.88 | 277055.1 | 0.88 | 277055.06 |

| | | | | |
|-----------|------|----------|------|----------|
| H2O | 0.12 | 37780.2 | 0.12 | 37780.24 |
| Sub total | 1 | 314835.3 | 1.0 | 314835.3 |
| Total | 0.0 | | | |
| Balance | 0 | | | |

2 Gyrotory Crusher

Fungsi = Untuk memperkecil ukuran *raw material* (batubara) dari ukuran 7.5 cm ke ukuran 5 cm

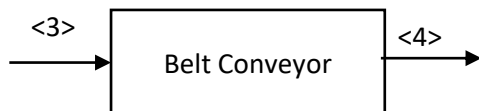


Tabel I.3 Neraca Massa *Gyrotory Crusher*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|-----------|--------|----------|--------|----------|
| | <2> | | <3> | |
| | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.88 | 277055.1 | 0.88 | 277055.1 |
| H2O | 0.12 | 37780.2 | 0.12 | 37780.2 |
| Sub total | 0.00 | 314835.3 | 0.0 | 314835.3 |
| Total | 0.0 | | | |

3 Belt Conveyor

Fungsi = Untuk mengalirkan material padatan dari *Gyrotory crusher* menuju ke *rotary dryer*

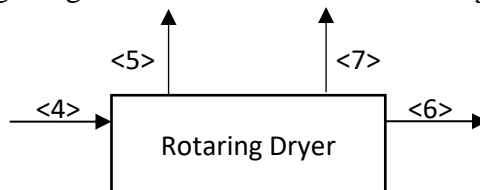


Tabel I.3 Neraca Massa *Belt Conveyor*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|----------|--------|----------|--------|----------|
| | <3> | | <4> | |
| | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.88 | 277055.1 | 0.88 | 277055.1 |
| H2O | 0.12 | 37780.2 | 0.12 | 37780.2 |
| Total | 1 | 314835.3 | 1.0 | 314835.3 |
| Balance | 0.0 | | | |

4 Rotary Dryer

Fungsi = Untuk mengurangi kadar air dalam batubara menjadi 10%



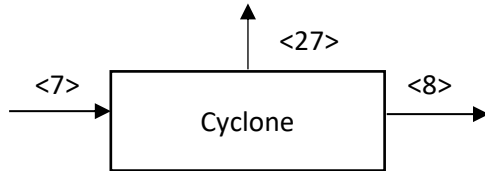
Tabel I.4 Neraca Massa *Rotary Dryer*

| Komponen | Inlet | | | | Outlet | | | |
|----------|--------|----------|--------|-------|----------|----------|-------------|---------|
| | <4> | | <5> | | <6> | | <7> | |
| | x mass | massa | x mass | massa | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.88 | 277055.1 | 0.0 | 0.0 | 0.893345 | 221644.0 | 0.670202841 | 55411.0 |

| | | | | | | | | |
|-----------|----------|----------|-----|-----------|----------|----------|-------------|---------|
| H2O | 0.12 | 37780.24 | 0.0 | 0.0 | 0.106655 | 26461.8 | 0.136897819 | 11318.4 |
| dry air | 0.0 | 0 | 1 | 15948.526 | 0.0 | | 0.19289934 | 15948.5 |
| Sub total | 0 | 314835.3 | 1 | 15948.526 | 1 | 248105.8 | 1 | 82678.0 |
| Total | 330783.8 | | | | | 330783.8 | | |
| Balance | 0.0 | | | | | | | |

5 Cyclone

Fungsi = Untuk menangkap debu partikulat batu bara dari *rotary dryer*

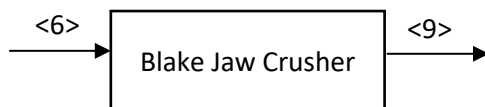


Tabel I.5 Neraca Massa Cyclone

| Komponen | Inlet | | Outlet | | | |
|-----------|----------|----------|----------|---------|--------|---------|
| | <7> | | <27> | | <8> | |
| | x mass | massa | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.3709 | 55411.0 | 0 | 0.0 | 1.0 | 55411.0 |
| H2O | 0.0758 | 11318.4 | 0.0758 | 11318.4 | 0.0 | 0.0 |
| dry air | 0.5534 | 82678.0 | 0.5534 | 82678.0 | 0.0 | 0.0 |
| Sub total | 1 | 149407.4 | | 93996.4 | 1.0 | 55411.0 |
| Total | 149407.4 | | 149407.4 | | | |
| Balance | 0.0 | | | | | |

6 Blake Jaw Crusher

Fungsi = Untuk memperkecil ukuran batu bara

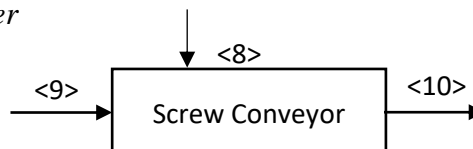


Tabel I.6 Neraca Massa Blake Jaw Crusher

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| | <6> | | <9> | |
| | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.8933 | 221644.0 | 0.8933 | 221644.0 |
| H2O | 0.1067 | 26461.8 | 0.1067 | 26461.801 |
| dry air | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sub total | 1 | 248105.8 | 1 | 248105.85 |
| Total | 248105.8 | | 248105.8 | |
| Balance | 0.0 | | | |

7 Screw Conveyor

Fungsi = Untuk mengalirkan material padatan dari *Blake Jaw Crusher* menuju ke *double roll mixer*

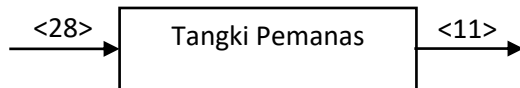


Tabel I.7 Neraca Massa *Screw Conveyor*

| Komponen | Inlet | | | | Outlet | |
|------------------|----------|----------|--------|---------|----------|----------|
| | <9> | | <8> | | <10> | |
| | x mass | massa | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.8933 | 221644.0 | 0 | 55411.0 | 0.9 | 277055.1 |
| H ₂ O | 0.1067 | 26461.8 | 0 | 0.0 | 0.1 | 26461.8 |
| dry air | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Sub total | 1 | 248105.8 | 1 | 55411.0 | 0.9 | 303516.9 |
| Total | 303516.9 | | | | 303516.9 | |
| Balance | 0.0 | | | | | |

8 Tangki Pemanas Tar

Fungsi = Untuk menjaga temperatur tar pada 120°C

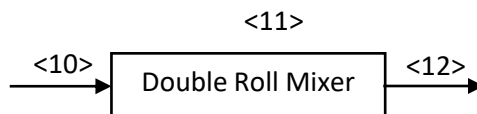


Tabel I.8 Neraca Massa *Tangki Pemanas Tar*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| | <28> | | <11> | |
| | x mass | massa | x mass | massa |
| water | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Tar | 1.0 | 33724.1 | 1.0 | 33724.1 |
| Sub total | 1.0 | 33724.1 | 1.0 | 33724.1 |
| Total | 33724.1 | | 33724.1 | |
| Balance | 0.0 | | | |

9 Double Roll Mixer

Fungsi = Untuk mencampurkan tar dengan batu bara

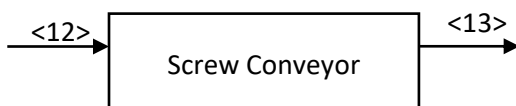


Tabel I.9 Neraca Massa *Double Roll Mixer*

| Komponen | Inlet | | | | Outlet | |
|------------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|
| | <10> | | <11> | | <12> | |
| | x mass | massa | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.9 | 277055.1 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 277055.1 |
| H ₂ O | 0.1 | 26461.8 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 26461.8 |
| Tar | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 33724.1 | 0.1 | 33724.1 |
| Sub total | 303516.9 | | 33724.1 | | 337241.0 | |
| Total | 337241.0 | | | | 337241.0 | |
| Balance | 0.0 | | | | | |

10 Screw Conveyor

Fungsi = Untuk mengalirkan material padatan dari *double roll mixer* menuju ke *double roll briquetting*

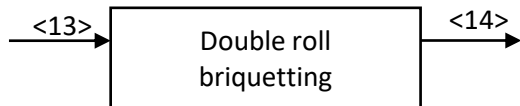


Tabel I.10 Neraca Massa *Screw Conveyor*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| | <12> | | <13> | |
| | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.8 | 277055.1 | 0.8 | 277055.1 |
| H2O | 0.1 | 26461.8 | 0.1 | 26461.8 |
| Tar | 0.1 | 33724.1 | 0.1 | 33724.1 |
| Total | 337241.0 | | 337241.0 | |
| Balance | 0.0 | | | |

11 *Double Roll Briquetting*

Fungsi = Untuk memadatkan *coal* yang sudah dicampur dengan tar

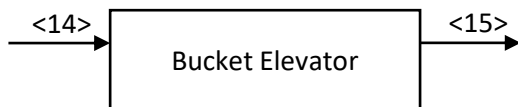


Tabel I.11 Neraca Massa *Double Roll Briquetting*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|----------|--------|----------|--------|----------|
| | <13> | | <14> | |
| | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.8 | 277055.1 | 0.8 | 277055.1 |
| H2O | 0.1 | 26461.8 | 0.1 | 26461.8 |
| Tar | 0.1 | 33724.1 | 0.1 | 33724.1 |
| Total | 1.0 | 337241.0 | 1.0 | 337241.0 |
| Balance | 0.0 | | | |

12 *Bucket Elevator*

Fungsi = Untuk mengalirkan material padatan dari *double*

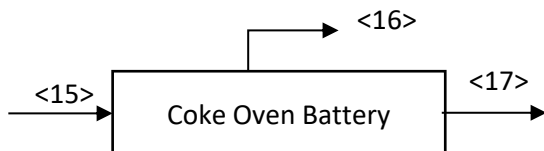


Tabel I.12 Neraca Massa *Bucket elevator*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|----------|----------|----------|--------|----------|
| | <14> | | <15> | |
| | x mass | massa | x mass | massa |
| Coal | 0.8 | 277055.1 | 0.8 | 277055.1 |
| H2O | 0.1 | 26461.8 | 0.1 | 26461.8 |
| Tar | 0.1 | 33724.1 | 0.1 | 33724.1 |
| Total | 337241.0 | | 1.0 | 337241.0 |
| Balance | 0.0 | | | |

13 *Coke Oven Battery*

Fungsi = Untuk mengkarbonisasi batubara



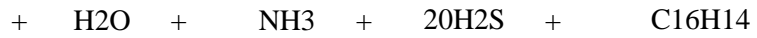
Mass Balance with chemical reaction

$$X_a = 100\%$$

kapasitas = 121212.12 kg 5788.544 kmol



| | | | | | |
|-------------|-------|----------|----------|----------|--------|
| Mula-Mula : | 13231 | | | | |
| Reaksi : | 13231 | 9393.939 | 330.7725 | 1190.781 | 529.24 |
| Setimbang : | 0 | 9393.939 | 330.7725 | 1190.781 | 529.24 |



| | | | | | |
|-------------|--|---------|---------|-----------|--------|
| Mula-Mula : | | | | | |
| Reaksi : | | 132.309 | 132.309 | 2646.1801 | 132.31 |
| Setimbang : | | 132.309 | 132.309 | 2646.1801 | 132.31 |

Tabel I.13 Neraca Massa *Double Roll Briquetting*

| Komponen | BM | Inlet | | | |
|---|------|----------|--------|------------|--------|
| | | <15> | | | |
| | | x mass | xmol | massa | mol |
| CH _{0.8} S _{0.2} O _{0.1} N _{0.01} | 20.9 | 0.821534 | 0.8901 | 277055.1 | 13231 |
| H ₂ O | 18 | 0.078466 | 0.0989 | 26461.8011 | 1470.1 |
| C | 12 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| H ₂ | 2 | | 0 | | |
| CO | 28 | | 0 | | |
| CH ₄ | 16 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| NH ₃ | 17 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| H ₂ S | 34 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 206 | 0.10 | 0.011 | 33724.1 | 163.71 |
| Total | | 1 | 0 | 337241.0 | 14865 |
| Balance | | | | 0.0 | |

| Komponen | BM | Outlet | | | |
|---|------|----------|--------|------------|--------|
| | | <16> | | | |
| | | x mass | xmol | massa | mol |
| CH _{0.8} S _{0.2} O _{0.1} N _{0.01} | 20.9 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| H ₂ O | 18 | 0.119126 | 0.2229 | 26461.8011 | 1470.1 |
| C | 12 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| H ₂ | 2 | 0.002978 | 0.0502 | 661.545028 | 330.77 |
| CO | 28 | 0.150099 | 0.1805 | 33341.8694 | 1190.8 |
| CH ₄ | 16 | 0.03812 | 0.0802 | 8467.77635 | 529.24 |
| NH ₃ | 17 | 0.010126 | 0.0201 | 2249.25309 | 132.31 |
| H ₂ S | 34 | 0.40503 | 0.4012 | 89970.1238 | 2646.2 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 206 | 0.27452 | 0.0449 | 60979.7506 | 296.02 |
| Total | | 1 | 1 | 222132.119 | 6595.4 |
| Balance | | | | 0.0 | |

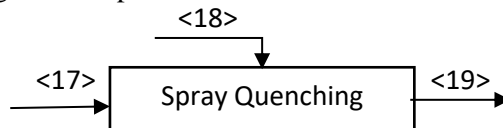
| Komponen | BM | Outlet | | | |
|---|------|--------|--------|------------|--------|
| | | <17> | | | |
| | | x mass | xmol | massa | mol |
| CH _{0.8} S _{0.2} O _{0.1} N _{0.01} | 20.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| H ₂ O | 18 | 0.02 | 0.0139 | 2381.5621 | 132.31 |
| C | 12 | 0.98 | 0.9861 | 112727.273 | 9393.9 |
| H ₂ | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-----|-----|-----|------------|--------|
| CO | 28 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CH ₄ | 16 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| NH ₃ | 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| H ₂ S | 34 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 206 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | | 1 | 1.0 | 115108.835 | 9526.2 |
| Balance | | 0.0 | | | |

mol balance
-1256.935553

14 Spray Quencher

Fungsi = Untuk menurunkan temperatur *semi coke* atau untuk menghentikan pembakaran *semi coke*

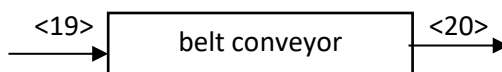


Tabel I.14 Neraca Massa *Spray Quenching*

| Komponen | BM | Inlet | | | | Outlet | |
|------------------|----|-------------|----------|--------|-----------|-------------|-------------|
| | | <17> | | <18> | | <19> | |
| | | x mass | massa | x mass | massa | x mass | massa |
| H ₂ O | 18 | ##### | 2381.562 | 1 | 6103.2864 | 0.07 | 8484.848484 |
| C | 12 | ##### | 112727.3 | 0 | 0 | 0.93 | 112727.2727 |
| Sub total | 0 | 1 | 115108.8 | 0 | 6103.2864 | 1 | 121212.1212 |
| Total | | 121212.1212 | | | | 121212.1212 | |
| Balance | | 0 | | | | | |

15 Belt Conveyor

Fungsi = Untuk menurunkan temperatur *semi coke* atau untuk menghentikan pembakaran *semi coke*

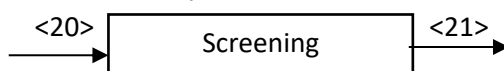


Tabel I.15 Neraca Massa *Belt Conveyor*

| Komponen | BM | Inlet | | | |
|------------------|----|--------|----------|--------|-----------|
| | | <19> | | <20> | |
| | | x mass | massa | x mass | massa |
| H ₂ O | 18 | 0.07 | 8484.848 | 0.07 | 8484.8485 |
| C | 12 | 0.93 | 112727.3 | 0.93 | 112727.27 |
| Total | 0 | 0 | 121212.1 | 1 | 121212.12 |
| Balance | | 0 | | | |

16 Screening

Fungsi = Untuk menyamaratakan semi kokas ukuran 5-2 cm



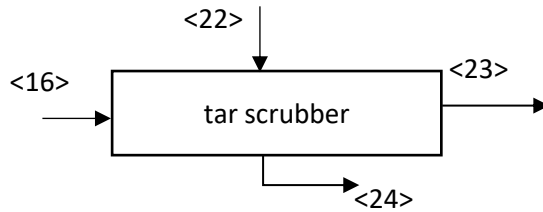
Tabel I.16 Neraca Massa *Screening*

| Komponen | BM | Inlet | | | |
|------------------|------|--------|----------|--------|-----------|
| | | <17> | | <19> | |
| | | x mass | massa | x mass | massa |
| H ₂ O | 20.9 | 0.07 | 8484.848 | 0.07 | 8484.8485 |

| | | | | | |
|---------|----|------|----------|------|-----------|
| C | 18 | 0.93 | 112727.3 | 0.93 | 112727.27 |
| Total | 0 | 0 | 121212.1 | 1 | 121212.12 |
| Balance | | | 0 | | |

17 Water Scrubber

Fungsi = Untuk memisahkan gas tar dari COG

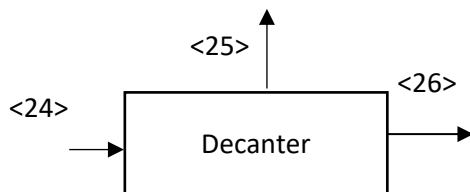


Tabel I.17 Neraca Massa Tar Scrubber

| Komponen | Inlet | | | | Outlet | | | |
|---------------------------------|-------------|--------|--------|----------|-------------|--------|-------------|--------|
| | <16> | | <22> | | <24> | | <23> | |
| | x mass | massa | x mass | massa | x mass | massa | x mass | massa |
| H ₂ O | 0.1191 | 26462 | 1 | 93728.1 | 0.6634107 | 120190 | 0 | 0 |
| H ₂ | 0.003 | 661.55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004911591 | 661.55 |
| CO | 0.1501 | 33342 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.247544204 | 33342 |
| CH ₄ | 0.0381 | 8467.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.062868369 | 8467.8 |
| NH ₃ | 0.0101 | 2249.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.016699411 | 2249.3 |
| H ₂ S | 0.405 | 89970 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.667976424 | 89970 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 0.2745 | 60980 | 0 | 0 | 0.3365893 | 60980 | 0 | 0 |
| sub total | 0 | 222132 | 0 | 93728.07 | 0 | 181170 | 0 | 134691 |
| total | 315860.1844 | | | | 315860.1844 | | | |
| Balance | 0 | | | | | | | |

18 Decanter

Fungsi = Untuk Memisahkan tar dengan air

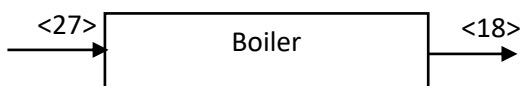


Tabel I.18 Neraca Massa Decanter

| Komponen | Inlet | | Outlet | | | |
|---------------------------------|--------|--------|--------|-------------|--------|-----------|
| | <24> | | <25> | | <26> | |
| | x mass | massa | x mass | massa | x mass | massa |
| H ₂ O | 0.6634 | 120190 | 1.0 | 120189.8662 | 0.0 | 0.0 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 0.3366 | 60980 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 60979.751 |
| sub total | 1 | 181170 | 1.0 | 120189.8662 | 1 | 60979.751 |
| total | 0 | | | | | |

19 Boiler

Fungsi = Untuk menghasilkan steam

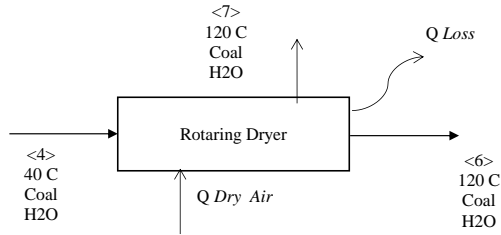


Tabel I.19 Neraca Massa *Boiler*

| Komponen | Inlet | | Outlet | |
|------------------|--------|--------|--------|----------|
| | <27> | | <18> | |
| | x mass | massa | x mass | massa |
| H ₂ O | 1.0 | 6103.3 | 1.0 | 6103.286 |
| Total | 1.0 | 6103.3 | 1.0 | 6103.286 |
| Balance | 0 | | | |

LAMPIRAN G
PERHITUNGAN NERACA ENERGI

1. Rotary Dryer



$$\Delta H = (Cp^{ig})/R = [A + BT + CT^2 + DT^3](-2)$$

| Komponen | Nama | A | B | C | D |
|--------------------|-----------|-------|---------|---|-------|
| CH0.8S0.2O0.1N0.01 | Batu Bara | 0.262 | 0.00039 | 0 | 0 |
| H2O | Air | 3.47 | 0.00145 | | 12100 |

| | | |
|----------|----|----|
| Q1 Inlet | T1 | 25 |
| <4> | T2 | 40 |

| Komponen | T1 | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|--------------|-----------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T1 |
| CH0.8S0.2O0.1N0.01 | 78.115 | 17.334 | | | 95.450 |
| H2O | 1,034.581 | 64.448 | - | 40.584 | 1,058.445 |

| Komponen | T2 | | | | Cp^ig |
|----------|-----------|----------|-------------|--------------|-----------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | |
| | 82.045 | 19.122 | | 101.168 | 5.718 |
| | 1,086.631 | 71.096 | - | 38.640 | 1,119.086 |

R = 8.314 J/mol.K

| Komponen | ΔH(J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = ΔH x n (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|--------------------|-----------|----------------|--------------|--------------|----------------|------------------------|---------------|
| CH0.8S0.2O0.1N0.01 | 47.540 | 277055.3319 | 20.940 | 13,230.914 | 13,230,913.653 | 628,996,159.638 | 628,996.160 |
| H2O | 504.176 | 37780.27253 | 18.000 | 2,098.904 | 2,098,904.030 | 1,058,217,871.999 | 1,058,217.872 |
| Total | | | | | | | 1,687,214.032 |

| | | |
|-----------|----|-----|
| Q3 outlet | T1 | 25 |
| <7> | T2 | 120 |

| Komponen | T1 | | | | |
|----------|-----------|----------|-------------|--------------|-----------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T1 |
| H2O | 1,034.581 | 64.448 | - | 40.584 | 1,058.445 |
| Coal | 78.115 | 17.334 | | | 95.450 |

| | | | | | |
|----|----------------------|-------------------------|--------------|--------|------------------|
| | 393.15 | K | | | Cp ^{ig} |
| AT | B(T ²)/2 | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | Sum T2 | |
| | 1,364.231 | 112.061 | - | 30.777 | 1,445.514 |
| | 103.005 | 30.141 | | | 133.146 |

$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

| Komponen | ΔH (J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|----------|--------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------------------|---------------|
| H2O | 3,218.099 | 11,318.445 | 18.000 | 628.803 | 628,802.513 | 2,023,548,460.338 | 2,023,548.460 |
| Coal | 313.407 | 55,411.066 | 20.940 | 2,646.183 | 2,646,182.731 | 829,333,007.172 | 829,333.007 |
| Total | | | | | | | 2,852,881.468 |

Q4 outlet <6>
 T1 25
 T2 120

| | | | | | |
|--------------------|-----------|----------------------|-------------------------|--------------|-----------|
| Komponen | T1 | | | | |
| | | 298.15 | K | | |
| | AT | B(T ²)/2 | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | Sum T1 |
| CH0.8S0.2O0.1N0.01 | 78.115 | 17.334 | - | - | 95.450 |
| H2O | 1,034.581 | 64.448 | - | 40.584 | 1,058.445 |

| | | | | | |
|----------|-----------|----------------------|-------------------------|--------------|-----------|
| Komponen | T2 | | | | |
| | | 393.15 | K | | |
| | AT | B(T ²)/2 | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | Sum T2 |
| | 103.005 | 30.141 | - | 133.146 | 37.696 |
| | 1,364.231 | 112.061 | - | 30.777 | 1,445.514 |

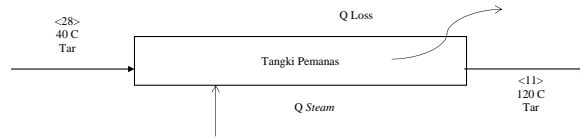
$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

| Komponen | ΔH (J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|--------------------|--------------------|----------------|--------------|--------------|----------------|-------------------------------------|---------------|
| CH0.8S0.2O0.1N0.01 | 313.407 | 221,644.266 | 20.940 | 10,584.731 | 10,584,730.923 | 3,317,332,028.686 | 3,317,332.029 |
| H2O | 3,218.099 | 26,461.827 | 18.000 | 1,470.102 | 1,470,101.517 | 4,730,931,575.710 | 4,730,931.576 |
| Total | | | | | | | 8,048,263.604 |

| Inlet | | | Outlet | | |
|-------------|--------------------|-------------|--------------|--------------------|-------------|
| Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 1,687,214 | 13.9296617% | Q3 | 2,852,881 | 23.5534277% |
| Dry air | 10,425,169 | 86.0703383% | Q4 | 8,048,264 | 66.4465723% |
| | | | Q loss | 1,211,238 | 10.0000000% |
| Total inlet | 12,112,383.413 | 100% | Total Outlet | 12,112,383.413 | 100% |

Dry Air = A
 Total Inlet = B
 Q loss = 10 % B
 Q in = Q1 + A
 Q out = Q3 + Q Loss
 Q1 + A = Q3 + 10 % B + Q4
 Q outlet = Q3+Q4 + 0.1 B = B
 B = 12,112,383.41
 A = 10,425,169.38 kJ/jam

2. Pemanas Tar



$$\Delta H = (Cp^{ig})/R = [A + BT + CT^2 + DT^3(-2)]$$

| Komponen | Nama | A | B | C | D |
|----------|------|-------|---------|---|---|
| C16H14 | Tar | 0.262 | 0.00039 | | |

Q1 Inlet T1 25
<28> T2 40

| Ko mponen | T1 | | | | |
|-----------|--------|----------------------|--------|-------------------------|--------------|
| | AT | B(T ²)/2 | K | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) |
| C16H14 | 78.115 | 17.334 | | - | - |
| | | | 298.15 | | Sum T1 |
| | | | | | 95.450 |

| AT | T2 | | | | | Cp ^{ig} |
|--------|----------------------|---|-------------------------|--------------|---------|------------------|
| | B(T ²)/2 | K | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | Sum T2 | |
| 82.045 | 19.122 | | - | - | 101.168 | 5.718 |
| | 313.15 | | | | | |

$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

| Komponen | ΔH (J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|----------|--------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------------------|------------|
| C16H14 | 47.540 | 33,724.129 | 206 | 163.709 | 163,709.363 | 7,782,724.866 | 7,782.725 |
| Total | | | | | | | 7,782.725 |

Q2 outlet T1 25
<11> T2 120

| Komponen | T1 | | | | |
|----------|--------|----------------------|--------|-------------------------|--------------|
| | AT | B(T ²)/2 | K | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) |
| C16H14 | 78.115 | 17.334 | | | |
| | | | 298.15 | | Sum T1 |
| | | | | | 95.450 |

| AT | T2 | | | | | Cp ^{ig} |
|---------|----------------------|---|-------------------------|--------------|---------|------------------|
| | B(T ²)/2 | K | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | Sum T2 | |
| 103.005 | 30.141 | | | | 133.146 | 37.696 |
| | 393.15 | | | | | |

$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

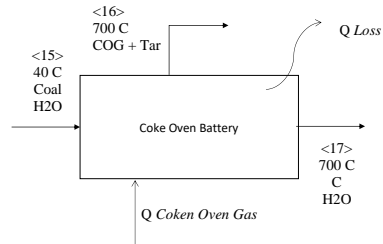
| Komponen | ΔH (J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|----------|--------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------------------|------------|
| C16H14 | 313.407 | 33,724.129 | 206.000 | 163.709 | 163,709.363 | 51,307,710.854 | 51,307.711 |
| Total | | | | | | | 51,307.711 |

Total Inlet 7,782.725
Total Outlet 51,307.711

| Inlet | | | Outlet | | |
|-------------|--------------------|------------|--------------|--------------------|------------|
| Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 7,783 | 13.652% | Q2 | 51,308 | 90% |
| Q Steam | 49,226 | 86.348% | Qloss | 5,701 | 10% |
| Total inlet | 57,008.568 | 100% | Total Outlet | 57,008.568 | 100% |

Q steam = A
Total Inlet = B
Q loss = 10 % B

3. Coke Oven Battery



$$\Delta H = (Cp^{\wedge}ig)/R = [A + BT + CT^{\wedge}2 + DT^{\wedge}(-2)]$$

| Komponen | Nama | A | B | C | D |
|-----------------|------------------|--------|-----------|--------------|---------|
| CH0.8S0.200.1N0 | Batu Bara | 0.262 | 0.00039 | 0 | 0 |
| H2O | Air | 3.47 | 0.00145 | | 21000 |
| dry air | Udara Kering | 3.355 | 0.000575 | 0 | -1600 |
| C | Carbon | 21.175 | -0.000812 | 0.0000448 | -4320 |
| H2 | Hidrogen | 3.249 | 0.000422 | | 300 |
| CO | Carbon Dioksida | 5.457 | 0.001045 | | -115700 |
| CH4 | Metana | 1.702 | 0.009081 | -0.000002164 | |
| NH3 | Amonia | 3.578 | 0.00302 | | -18600 |
| H2S | Hidrogen Sulfida | 3.931 | 0.00149 | | -23200 |
| C16H14 | Tar | 0.262 | 0.00039 | | |

Q1 Inlet T1 25
<8> T2 40

| Komponen | T1 | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-------------|--------------|-----------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T1 |
| CH0.8S0.200.1N0 | 78.115 | 17.334 | | | 95.450 |
| H2O | 1,034.581 | 64.448 | | - 70.434 | 1,028.594 |

| Komponen | T2 | | | | Cp^ig |
|----------|-----------|----------|-------------|--------------|-----------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | |
| | 82.045 | 19.122 | - | | 101.168 |
| | 1,086.631 | 71.096 | - | 67.061 | 1,090.666 |

$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

$$\Delta H = R \cdot \int_{T_1}^{T_2} (C_p^{\wedge}ig) / R$$

| Komponen | ΔH (J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|-----------------|--------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------------------|-------------|
| CH0.8S0.200.1N0 | 47.540 | 277,055.332 | 20,940.000 | 13.231 | 13,230.914 | 628,996.160 | 628.996 |
| H2O | 516.064 | 26,461.827 | 18.000 | 1,470.102 | 1,470,101.517 | 758,666,862.677 | 758,666.863 |
| Total | | | | | | | 759,295.859 |

Q3 outlet T1 25
<10> T2 700

| Komponen | T1 | | | | |
|----------|-----------|----------|-------------|--------------|-----------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T1 |
| H2O | 1,034.581 | 64.448 | - | - 70.434 | 1,028.594 |
| H2 | 968.689 | 18.757 | - | - 1.006 | 986.440 |
| CO | 1,627.005 | 46.447 | - | - 388.060 | 2,061.511 |

| | | | | | | |
|--------|-----------|---------|---|--------|--------|-----------|
| CH4 | 507.451 | 403.621 | - | 19.118 | - | 891.954 |
| NH3 | 1,066.781 | 134.229 | - | - | 62.385 | 1,263.394 |
| H2S | 1,172.028 | 66.226 | - | - | 77.813 | 1,316.066 |
| C16H14 | 78.115 | 17.334 | - | - | - | 95.450 |

| T2 | | | | | | Cp^ig |
|-----------|-----------|-------------|--------------|---------|-----------|-----------|
| | 973.15 | K | | | | |
| AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T2 | | |
| 3,376.831 | 686.590 | - | - | 21.579 | 4,041.841 | 3,013.247 |
| 3,161.764 | 199.821 | - | - | 0.308 | 3,361.277 | 2,374.838 |
| 5,310.480 | 494.818 | - | - | 118.892 | 5,924.190 | 3,862.679 |
| 1,656.301 | 4,299.948 | - | 664.776 | - | 5,291.474 | 4,399.520 |
| 3,481.931 | 1,430.002 | - | - | 19.113 | 4,931.045 | 3,667.651 |
| 3,825.453 | 705.531 | - | - | 23.840 | 4,554.823 | 3,238.757 |
| 254.965 | 184.669 | - | - | - | 439.634 | 344.185 |

$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

| Komponen | $\Delta H(\text{J/mol})$ | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|----------|--------------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------------------|-----------------|
| H2O | 25,052.139 | 26,461.827 | 18.000 | 1,470.102 | 1,470,101.517 | 36,829,187.079.189 | 36,829,187.079 |
| H2 | 19,744.402 | 661.546 | 2 | 330.773 | 330,772.841 | 6,530,911,857.451 | 6,530,911.857 |
| CO | 32,114.315 | 33,341.902 | 28 | 1,190.782 | 1,190,782.229 | 38,241,155,182.278 | 38,241,155.182 |
| CH4 | 36,577.607 | 8,467.785 | 16 | 529.237 | 529,236.546 | 19,358,206,625.044 | 19,358,206.625 |
| NH3 | 30,492.850 | 2,249.255 | 37 | 60.791 | 60,790.684 | 1,853,681,248.825 | 1,853,681.249 |
| H2S | 26,927.025 | 89,970.213 | 32 | 2,811.569 | 2,811,569.151 | 75,707,192,758.489 | 75,707,192.758 |
| C16H14 | 2,861.553 | 60,979.811 | 206 | 296.018 | 296,018.500 | 847,072,609.977 | 847,072.610 |
| Total | | | | | | | 179,367,407.361 |

Q3 outlet
<9> T1 25
T2 700

| T1 | | | | | | | |
|----------|-----------|-------------|--------------|--------|---------|-----------|-----------|
| Komponen | 298.15 | K | | | | | |
| AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T1 | | | |
| H2O | 1,034.581 | 64.448 | - | - | 70.434 | 1,028.594 | |
| C | 6,313.326 | 36.091 | - | - | 395.787 | 14.489 | 6,687.512 |

| T2 | | | | | | Cp^ig |
|------------|----------|-------------|--------------|------------|-----------|------------|
| | 973.15 | K | | | | |
| AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T2 | | |
| 3,376.831 | 686.590 | - | - | 21.579 | 4,041.841 | 3,013.247 |
| 20,606.451 | 384.490 | - | - | 13,762.462 | 4.439 | 33,988.862 |
| | | | | | | 27,301.350 |

$$\Delta H = R \cdot \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{T} dT = R \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

| Komponen | $\Delta H(\text{J/mol})$ | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|----------|--------------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------------------|-------------------|
| H2O | 25,052.139 | 2,381.564 | 18.000 | 0.095 | 95.064 | 2,381,564.458 | 2,381.564 |
| C | 226,983.424 | 112,727.384 | 12.000 | 9,393.949 | 9,393,948.694 | 2,132,270,636,358.150 | 2,132,270,636.358 |
| Total | | | | | | | 2,132,273,017.923 |

Bahan Bakar (COG) Keluaran Disfalaizer
T1 25
T2 700

| T1 | | | | | | |
|----------|-----------|-------------|--------------|--------|---------|-----------|
| Komponen | 298.15 | K | | | | |
| AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T1 | | |
| H2 | 968.689 | 18.757 | - | - | 1.006 | 986.440 |
| CO | 1,627.005 | 46.447 | - | - | 388.060 | 2,061.511 |
| CH4 | 507.451 | 403.621 | - | 19.118 | - | 891.954 |
| NH3 | 1,066.781 | 134.229 | - | - | 62.385 | 1,263.394 |

| T2 | | | | | Cp ^{ig} |
|-----------|----------------------|-------------------------|--------------|---------|------------------|
| AT | 973.15 | K | D / (T*(-1)) | Sum T2 | |
| 3,161.764 | B(T ²)/2 | 1/3*C*(T ³) | - | 0,308 | 3,361.277 |
| 5,310.480 | 199.821 | - | - | 118.892 | 5,924.190 |
| 1,656.301 | 494.818 | - | - | - | 5,291.474 |
| 3,481.931 | 4,299.948 | 664.776 | - | 19,113 | 4,931.045 |
| | 1,430.002 | - | - | - | 3,667.651 |

$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

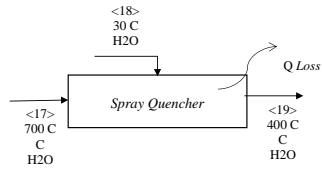
| Komponen | ΔH (J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|----------|--------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------------------|----------------|
| H2 | 19,744.402 | 661.500 | 2 | 330.750 | 330,750.000 | 6,530,460,868.946 | 6,530,460.869 |
| CO | 32,114.315 | 33,341.900 | 28 | 1,190.782 | 1,190,782.143 | 38,241,152,422.025 | 38,241,152.422 |
| CH4 | 36,577.607 | 8,467.800 | 16 | 529.238 | 529,237.500 | 19,358,241,515.075 | 19,358,241.515 |
| NH3 | 30,492.850 | 2,249.300 | 37 | 60.792 | 60,791.892 | 1,853,718,070.111 | 1,853,718.070 |
| Total | | | | | | | 65,983,572.876 |

Total Inlet 759,295.859
Total Outlet 2,311,640,425.284
Q R Q Produk-Q Reaktan
2,321,632,730.62

| Inlet | | | Outlet | | |
|---------------|--------------------|------------|--------------|--------------------|-------------|
| Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 759,296 | | Q3 | 179,367,407 | 7.5100167% |
| Qr | 2,321,632,731 | | Q4 | 2,132,273,018 | 89.2771228% |
| Q Bahan Bakar | 65,983,572.8762 | | Qloss | 76,735,174 | 3.2128604% |
| Total inlet | 2,388,375,599.350 | 0% | Total Outlet | 2,388,375,599.350 | 100% |

| Komponen | Koefisien | ΔH_f^{298} (kJ/mol) | ΔH_f^{298} (kJ/jam) | Mol Reaksi |
|-----------------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
| CH0.8S0.2O0.1N0 | 100 | -10 | -13230913.65 | 13230.91365 |
| H2O | 1 | -285.83 | -37817.9205 | 132.3091365 |
| C | 71 | 0 | 0 | 9393.948694 |
| H2 | 2.5 | 0 | 0 | 330.7728413 |
| CO | 9 | -110.525 | -1184500.853 | 1190.782229 |
| CH4 | 4 | -74.52 | -157754.8297 | 529.2365461 |
| NH3 | 1 | -46.11 | -6100.774286 | 132.3091365 |
| H2S | 20 | -20.63 | -1091814.995 | 2646.182731 |
| C16H14 | 1 | -10 | -1323.091365 | 132.3091365 |
| ΔH_r | | | 10,751,601.190 | |

4. Spray Quencher



$$\Delta H = (Cp \cdot \Delta T) / R = [A + BT + CT^2 + DT^3] \text{ (Note: original image has a typo in the exponent of D)}$$

| Komponen | Nama | A | B | C | D |
|----------|--------|--------|-----------|-----------|-------|
| C | Carbon | 21.175 | -0.000812 | 0.0000448 | -4320 |
| H2O | Air | 3.47 | 0.00145 | | 21000 |

Q1 Inlet T1 = 25
 <17> T2 = 700

| Komponen | T1 | | | | |
|----------|-----------|----------|-----------------|--------------|--------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3 * C * (T^3) | D / (T^(-1)) | Sum T1 |
| C | 6,313.326 | - | 36.091 | 395.787 | 14.489 |
| H2O | 1,034.581 | - | 64.448 | - | 70.434 |

| Komponen | T2 | | | | | Cp * ig |
|----------|------------|----------|-----------------|--------------|--------|------------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3 * C * (T^3) | D / (T^(-1)) | Sum T2 | |
| C | 20,606.451 | - | 384.490 | 14.142 | 4.439 | 13,553.031 |
| H2O | 3,376.831 | - | 686.590 | - | 21.579 | 3,013.247 |
| | | | | | | 16,566.278 |

R = 8.314 J/mol.K

| Komponen | ΔH(J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = ΔH x n (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|----------|-------------|----------------|--------------|--------------|---------------|------------------------|-------------------|
| C | 112,679.896 | 112,727.384 | 12.000 | 9,393.949 | 9,393,948.694 | 1,058,509,161,915.950 | 1,058,509,161.916 |
| H2O | 25,052.139 | 2,381.564 | 18.000 | 132.309 | 132,309.137 | 3,314,626,837.127 | 3,314,626.837 |
| Total | | | | | | | 1,061,823,788.753 |

Q2 Inlet T1 = 25
 <18> T2 = 30

| Komponen | T1 | | | | |
|----------|-----------|----------|-----------------|--------------|--------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3 * C * (T^3) | D / (T^(-1)) | Sum T1 |
| H2O | 1,034.581 | - | 64.448 | - | 70.434 |

| Komponen | T2 | | | | | Cp * ig |
|----------|-----------|----------|-----------------|--------------|--------|-----------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3 * C * (T^3) | D / (T^(-1)) | Sum T2 | |
| H2O | 1,051.931 | - | 66.627 | - | 69.273 | 1,049.285 |
| | | | | | | 20.691 |

R = 8.314 J/mol.K

| Komponen | ΔH(J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = ΔH x n (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|----------|-----------|----------------|--------------|--------------|-------------|------------------------|------------|
| H2O | 172.028 | 6,103.292 | 18.0000 | 339.072 | 339,071.802 | 58,330,002.740 | 58,330.003 |
| Total | | | | | | | 58,330.003 |

Q3 outlet T1 = 25
 <19> T2 = 400

| Komponen | T1 | | | | |
|----------|-----------|----------|-----------------|--------------|--------|
| | AT | B(T^2)/2 | 1/3 * C * (T^3) | D / (T^(-1)) | Sum T1 |
| H2O | 1,034.581 | - | 64.448 | - | 70.434 |
| C | 6,313.326 | - | 36.091 | 395.787 | 14.489 |

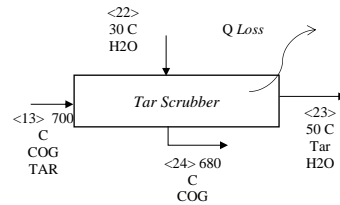
| T2 | | | | | Cp ^{ig} |
|------------|----------------------|-------------------------|--------------|--------|------------------|
| AT | B(T ²)/2 | K | D / (T*(-1)) | Sum T2 | |
| 2,335.831 | 328.520 | 1/3*C*(T ³) | - | 31.197 | 2,633.154 |
| 14,253.951 | - | 183.971 | 4,555.041 | 6.418 | 18,631.439 |
| | | | | | 11,943.927 |

$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

| Ko mponen | ΔH (J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|-----------|--------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------------------|-----------------|
| H2O | 13,340.311 | 8,484.857 | 18.000 | 471.381 | 471,380.938 | 6,288,368,394.231 | 6,288,368.394 |
| C | 99,301.812 | 112,727.000 | 12.0000 | 9,393.917 | 9,393,916.667 | 932,832,943,613.463 | 932,832,943.613 |
| Total | | | | | | | 939,121,312.008 |

| Inlet | | | Outlet | | |
|-------------|--------------------|-------------|--------------|--------------------|-------------|
| Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 1,061,823.789 | 99.9945069% | Q3 | 939,121.312 | 88.4393188% |
| Q2 | 58.330 | 0.0054931% | Q loss | 122,760.807 | 11.5606812% |
| Total inlet | 1,061,882,118.756 | 100% | Total Outlet | 1,061,882,118.756 | 100% |

5. Tar Scrubber



| Komponen | Nama | A | B | C | D |
|-----------------|------------------|--------|-----------|--------------|---------|
| CH0.8S0.2O0.1N0 | Batu Bara | 0.262 | 0.00039 | 0 | 0 |
| H2O | Air | 8.712 | 0.00125 | -0.00000018 | |
| dry air | Udara Kering | 3.355 | 0.000575 | 0 | -1600 |
| C | Carbon | 21.175 | -0.000812 | 0.0000448 | -4320 |
| H2 | Hidrogen | 3.249 | 0.000422 | | 300 |
| CO | Carbon Dioksida | 5.457 | 0.001045 | | -115700 |
| CH4 | Metana | 1.702 | 0.009081 | -0.000002164 | |
| NH3 | Amonia | 3.578 | 0.00302 | | -18600 |
| H2S | Hidrogen Sulfida | 3.931 | 0.00149 | | -23200 |
| C16H14 | Tar | 0.262 | 0.00039 | | |

Q1 Inlet T1 25
 <22> T2 30

| Komponen. | T1 | | | | |
|-----------|-----------|----------------------|-------------------------|--------------|-----------|
| | AT | B(T ²)/2 | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | Sum T1 |
| H2O | 2,597.483 | 55.558 | - | 1.590 | 2,651.451 |

| Komponen. | T2 | | | | Cp ^{ig} |
|-----------|-----------|----------------------|-------------------------|--------------|------------------|
| | AT | B(T ²)/2 | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | |
| | 303.15 | K | | | |
| | 2,641.043 | 57.437 | - | 1.672 | 2,696.809 |

R = 8.314 J/mol.K

| Komponen. | ΔH(J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = ΔH x n (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|-----------|-----------|----------------|--------------|--------------|---------------|------------------------|---------------|
| H2O | 377.104 | 93728.06512 | 18.000 | 5,207.115 | 5,207,114.729 | 1,963,623,764.988 | 1,963,623.765 |
| Total | | | | | | | 1,963,623.765 |

Q2 Inlet T1 25
 <13> T2 700

| Komponen. | T1 | | | | |
|-----------|-----------|----------------------|-------------------------|--------------|-----------|
| | AT | B(T ²)/2 | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | Sum T1 |
| H2O | 2,597.483 | 55.558 | - | 1.590 | 2,651.451 |
| H2 | 968.689 | 18.757 | - | - | 986.440 |
| CO | 1,627.005 | 46.447 | - | - | 2,061.511 |
| CH4 | 507.451 | 403.621 | - | 19.118 | 891.954 |

| | | | | | |
|--------|-----------|---------|---|--------|-----------|
| NH3 | 1,066.781 | 134.229 | - | 62.385 | 1,263.394 |
| H2S | 1,172.028 | 66.226 | - | 77.813 | 1,316.066 |
| C16H14 | 78.115 | 17.334 | - | - | 95.450 |

| T2 | | | | | Cp^ig |
|-----------|-----------|-------------|--------------|-----------|-----------|
| | 973.15 | K | | | |
| AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T2 | |
| 8,478.083 | 591.888 | - 55.296 | - | 9,014.675 | 6,363.224 |
| 3,161.764 | 199.821 | - - | 0.308 | 3,361.277 | 2,374.838 |
| 5,310.480 | 494.818 | - | 118.892 | 5,924.190 | 3,862.679 |
| 1,656.301 | 4,299.948 | - 664.776 | - | 5,291.474 | 4,399.520 |
| 3,481.931 | 1,430.002 | - | 19.113 | 4,931.045 | 3,667.651 |
| 3,825.453 | 705.531 | - | 23.840 | 4,554.823 | 3,238.757 |
| 254.965 | 184.669 | - | - | 439.634 | 344.185 |

24,250.854

R = 8.314 J/mol.K

| Komponen. | ΔH(J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = ΔH x n (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|-----------|------------|----------------|--------------|--------------|---------------|------------------------|-----------------|
| H2O | 52,903.847 | 26,461.827 | 18.000 | 1,470.102 | 1,470,101.517 | 77,774,025,449.586 | 77,774,025.450 |
| H2 | 19,744.402 | 661.546 | 2 | 330.773 | 330,772.841 | 6,530,911,857.451 | 6,530,911.857 |
| CO | 32,114.315 | 33,341.902 | 28 | 1,190.782 | 1,190,782.229 | 38,241,155,182.278 | 38,241,155.182 |
| CH4 | 36,577.607 | 8,467.785 | 16 | 529.237 | 529,236.546 | 19,358,206,625.044 | 19,358,206.625 |
| NH3 | 30,492.850 | 2,249.255 | 37 | 60.791 | 60,790.684 | 1,853,681,248.825 | 1,853,681.249 |
| H2S | 26,927.025 | 89,970.213 | 32 | 2,811.569 | 2,811,569.151 | 75,707,192,758.489 | 75,707,192.758 |
| C16H14 | 2,861.553 | 60,979.811 | 206 | 296.018 | 296,018.500 | 847,072,609.977 | 847,072.610 |
| Total | | | | | | | 220,312,245.732 |

Q3 outlet T1 25
<24> T2 50

| T1 | | | | | Cp^ig |
|--------|-----------|-------------|--------------|--------|-----------|
| | 298.15 | K | | | |
| AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T1 | |
| H2O | 2,597.483 | - 55.558 | - 1.590 | - | 2,651.451 |
| C16H14 | 78.115 | 17.334 | | | 95.450 |

| T2 | | | | | Cp^ig |
|-----------|----------|-------------|--------------|-----------|---------|
| | 323.15 | K | | | |
| AT | B(T^2)/2 | 1/3*C*(T^3) | D / (T*(-1)) | Sum T2 | |
| 2,815.283 | 65.266 | - 2.025 | - | 2,878.524 | 227.073 |
| 84.665 | 20.363 | | | 105.028 | 9.579 |

R = 8.314 J/mol.K

| Komponen. | ΔH(J/mol) | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = ΔH x n (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|-----------|-----------|----------------|--------------|--------------|---------------|------------------------|-------------|
| H2O | 1,887.888 | 120,190.000 | 18.000 | 63.664 | 63,663.750 | 120,190,000.000 | 120,190.000 |
| C16H14 | 79.638 | 60,979.800 | 12.000 | 5,081.650 | 5,081,650.000 | 404,694,754.724 | 404,694.755 |
| Total | | | | | | | 524,884.755 |

Q4 outlet T1 25
<23> T2 680

| Komponen. | T1 | | | | | |
|-----------|-----------|----------------------|-------------------------|--------------|---------|-----------|
| | | 298.15 | K | | | |
| | AT | B(T ²)/2 | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | Sum T1 | |
| H2 | 968.689 | 18.757 | - | - | 1.006 | 986.440 |
| CO | 1,627.005 | 46.447 | - | - | 388.060 | 2,061.511 |
| CH4 | 507.451 | 403.621 | - | 19.118 | - | 891.954 |
| NH3 | 1,066.781 | 134.229 | - | - | 62.385 | 1,263.394 |
| H2S | 1,172.028 | 66.226 | - | - | 77.813 | 1,316.066 |

| | T2 | | | | Cp ^{ig} | |
|-----------|-----------|----------------------|-------------------------|--------------|------------------|-----------|
| | 953.15 | K | | | | |
| | AT | B(T ²)/2 | 1/3*C*(T ³) | D / (T*(-1)) | | Sum T2 |
| 3,096.784 | 191.692 | - | - | 0.315 | 3,288.162 | 2,301.722 |
| 5,201.340 | 474.689 | - | - | 121.387 | 5,797.415 | 3,735.904 |
| 1,622.261 | 4,125.021 | - | 624.626 | - | 5,122.657 | 4,230.703 |
| 3,410.371 | 1,371.827 | - | - | 19.514 | 4,801.712 | 3,538.318 |
| 3,746.833 | 676.829 | - | - | 24.340 | 4,448.002 | 3,131.935 |

$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

| Komponen. | $\Delta H(\text{J/mol})$ | Massa (kg/jam) | Mr (kg/Kmol) | n (kmol/jam) | n (mol/jam) | Q = $\Delta H \times n$ (Joule/jam) | Q (kJ/jam) |
|-----------|--------------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------------------|-----------------|
| H2 | 19,136.520 | 661.500 | 2 | 330.750 | 330,750.000 | 6,329,403,933.983 | 6,329,403.934 |
| CO | 31,060.306 | 33,341.900 | 28 | 1,190.782 | 1,190,782.143 | 36,986,058,181.500 | 36,986,058.182 |
| CH4 | 35,174.064 | 8,467.800 | 16 | 529.238 | 529,237.500 | 18,615,433,880.690 | 18,615,433.881 |
| NH3 | 29,417.574 | 2,249.300 | 37 | 60.792 | 60,791.892 | 1,788,349,990.622 | 1,788,349.991 |
| H2S | 26,038.910 | 88,970.213 | 32 | 2,780.319 | 2,780,319.151 | 72,396,479,954.521 | 72,396,479.955 |
| Total | | | | | | | 136,115,725.941 |

| Inlet | | | Outlet | | |
|-------------|--------------------|-------------|--------------|--------------------|-------------|
| Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase | Stream | Laju Alir (kJ/jam) | Persentase |
| Q1 | 1,963,624 | 0.8834174% | Q3 | 524,885 | 0.2361411% |
| Q2 | 220,312,246 | 99.1165826% | Q4 | 136,115,726 | 61.2372932% |
| | | | Q loss | 85,635,259 | 38.5265657% |
| Total inlet | 222,275,869.497 | 100% | Total Outlet | 222,275,869.497 | 100% |

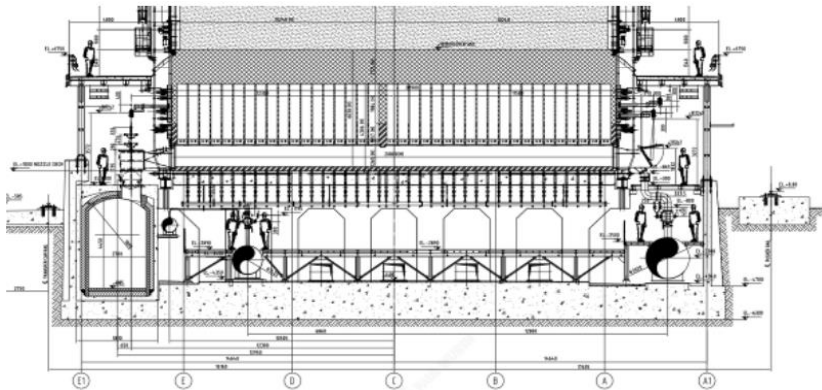
| | | | | | | | |
|----------|---|-------------|-------------|-------|---|--------|---|
| Q1 | + | A | = | Q2 | + | 10 % B | |
| Q outlet | = | Q2 | + | 0.1 B | = | | B |
| B | = | 896,741.355 | + | 0.1 B | | | |
| A | = | 996,379.28 | Total Inlet | | | | |

LAMPIRAN H

PERHITUNGAN UNIT OPERASI REAKTOR

1. Coke Oven Battery

Fungsi : Untuk memanaskan batu bara hingga suhu 700C



Gambar H.1 Coke Oven Battery

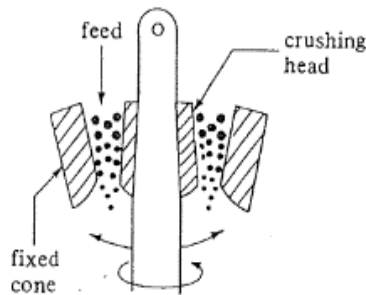
| | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Tipe | : <i>Top Charging Coke Oven</i> |
| Kapasitas | : 115177.9 Kg/Jam = 115.1779 Ton/Jam |
| Tinggi Oven | : 6.3 m |
| Lebar Oven | : 410 mm |
| Volume Oven | : 40 m ³ |
| Jumlah Baterai | : 4 |
| Jumlah Oven | : 160 |
| Pintu Oven Coke | : 320 |
| <i>Stand Pipe Lid</i> | : 160 |
| Set Mesin Operasi | : 2 |
| Waktu Tinggal | : 18 Jam |

LAMPIRAN I

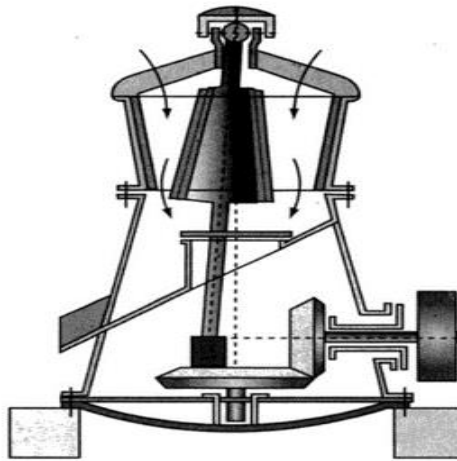
PERHITUNGAN UNIT PENCAMPURAN DAN PEMISAHAN

1. Crusher

Fungsi : Untuk *men-size reduction* bongkahan batubara dari ukuran 20-30 cm menjadi ukuran 5-6 cm.



(Geankoplis, 2003)



(Swain, 2011)

Gambar I.1 *Gyratory Crusher*

Tipe : *Gyratory Crusher*

Kapasitas : 323960.95 Kg/Jam = 323.961 Ton/Jam

| Size. In. | Size of Each Opening. In. | Capacity in tons per hour to ring size in inches. | | | | Maximum H.P. Required. | R.P.M. of Driving Shaft. | G.P.M. of Head. | Shipping Weight. lb. |
|--------------|------------------------------------|--|-------|--------------------------------|-------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | | Maximum Size of Product. | Tons. | Minimum Size of Product. | Tons. | | | | |
| 2½ | 2½ × 14 | ½ | ¾ | ¾ | ½ | 4 | 700 | 290 | 550 |
| 8 | 8 × 37 | 2 | 36 | 1 | 14 | 25 | 450 | 184 | 16000 |
| 12 | 12 × 46 | 2¾ | 70 | 2 | 39 | 45 | 365 | 148 | 28500 |
| 14 | 14 × 55 | 3½ | 95 | 2½ | 60 | 75 | 335 | 146 | 39500 |
| 16 | 16 × 63 | 4½ | 150 | 2¾ | 100 | 100 | 340 | 142 | 60000 |
| 20 | 20 × 80 | 5 | 275 | 3 | 150 | 150 | 330 | 130 | 104000 |
| 26 | 26 × 100 | 6 | 400 | 3½ | 225 | 200 | 320 | 126 | 160000 |
| 30 | 30 × 118 | 6½ | 450 | 4 | 265 | 225 | 320 | 126 | 175000 |
| 36 | 36 × 136 | 7 | 600 | 4½ | 370 | 250 | 300 | 122 | 255000 |
| 42 | 42 × 153 | 7½ | 700 | 5 | 410 | 275 | 300 | 122 | 280000 |
| 48 | 48 × 166 | 9 | 1890 | 5½ | 1100 | 350 | 250 | 96 | 520000 |
| 54 | 54 × 190 | 9½ | 2100 | 6¼ | 1350 | 400 | 225 | 87 | 600000 |
| 60 | 60 × 210 | 10 | 2400 | 7 | 1600 | 450 | 200 | 80 | 950000 |
| 72 | 72 × 242 | 12 | 3400 | 9 | 2500 | 500 | 175 | 70 | 1400000 |

(Traylor, 1926)

Spesifikasi :

Kapasitas : 400 Ton/Jam

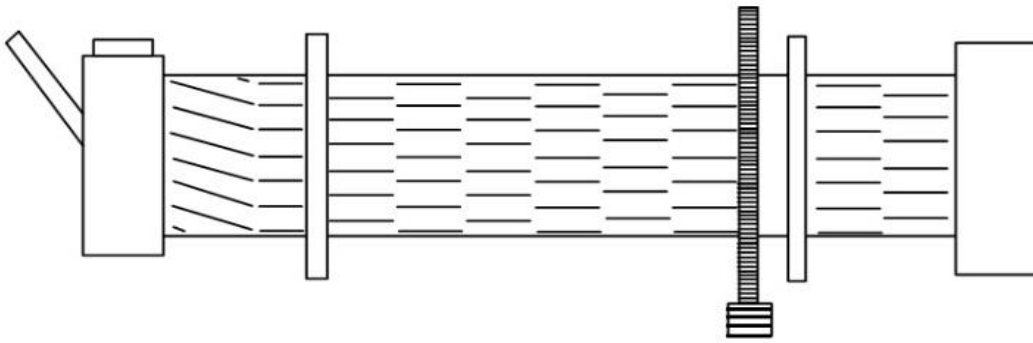
rpm shaft : 320 rpm

Opening Dimention : 26 x 100 inch

Power : 200 HP = 149.14 kW

2. Rotary Dryer (R-150)

Fungsi : Meringankan Batu Bara hingga kadar air 8%



Gambar I.2 *Direct Heat Rotary Dryer*

Tipe : *Direct Heat Rotary Dryer*

Rate umpan = 314835.6 kg/jam

= 694212.498 lb/jam

= 192.836805 lb/s

Rate udara = 15942.52 kg/jam

= 35153.2566 lb/jam

= 9.7647935 lb/s

Kecepatan massa udara = 3666 lb/jam.ft²

Panjang *rotary dryer* (L) = 4D - 10D, diambil: 4 D

Dimensional *rotary dryer*

$$D_1 = \sqrt{\frac{M}{(\pi/4) G}} \quad (\text{Walas, S. M})$$

Keterangan , D = Diameter *rotary dryer* , ft

M = Laju massa udara masuk, lb/jam

G = Kecepatan massa udara, lb/jam.ft²

Sehingga didapatkan :

D = 2.35 ft = 1 m

L = 9.4 ft = 3 m

Putaran *rotary dryer*

Kecepatan peripheral 1 m/ (Perry's, bab 12-56)

$$n = \frac{v \times 60}{\pi \times D}$$

$$= \frac{30}{3.1 \times 0.72}$$

$$= 13 \text{ rpm, } \sim 2 \text{ rpm}$$

Kemiringan *rotary dryer*

Harga *slope* berkisar 0 - 8 cm/m, diambil 3 cm/m = 0.030 m/m

= 0.030 ft/ft

Hold up (B) = 10% - 15% volume *dryer*, ditetapkan 15% volume *dryer*

$$\begin{aligned}\text{Volume } \textit{dryer} &= \pi/4 \times D^2 \times L \\ &= 1 \times 5.54 \times 9.41 \\ &= 40.94 \text{ cuft}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\textit{Hold up} &= 15\% \times \text{volume } \textit{dryer} \\ &= 6.14 \text{ cuft}\end{aligned}$$

$$\text{Diameter partikel (Dp)} = 5E+06 \text{ } \mu\text{m}$$

Waktu tinggal rotary dryer

Waktu tinggal (Θ)

$$\Theta = (0,23 * L) / (S * D * N^{0,9}) \pm 0,6 (B * L * G) / F$$

Konstanta bahan yang ditangani (B)

$$\begin{aligned}B &= 5 * (Dp^{-0,5}) \\ &= 0.0022\end{aligned}$$

Kecepatan massa udara (G)

$$G = 3666 \text{ lb/jam.ft}^2$$

Kecepatan massa bahan (F)

$$F = 72396.7923 \text{ lb/jam.ft}^2$$

maka

$$\Theta_{\text{max}} = 14.49 \text{ menit}$$

$$\Theta_{\text{min}} = 14.49 \text{ menit}$$

Flight rotary dryer

Jumlah *flight* = Untuk diameter > 2 ft, jumlah *flight* 2D - 4D, diambil

$$\begin{aligned}\text{Jumlah } \textit{flight} &= 4 \times 2.35 \\ &= 9.41 = 10 \text{ buah}\end{aligned}$$

Tinggi *flight* = Tinggi *flight* berkisar 1/12D - 1/8D, diambil 1/8D

$$\begin{aligned}\text{Tinggi } \textit{flight} &= 1/12 \times 2.35 \\ &= 0.20 \text{ ft} \sim 0.2 \text{ ft} \\ &0.06 \text{ m}\end{aligned}$$

Daya rotary dryer

$$P = 5 + 0,11DL$$

$$\begin{aligned}\text{Daya} &= 5 + 2.44 \\ &= 7.4 \text{ HP, ditetapkan}\end{aligned}$$

Spesifikasi Rotary Dryer :

$$\text{Kapasitas} = 314,836 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Diameter} = 1 \text{ m}$$

Panjang = 3 m
 Putaran = 2.3 rpm/menit
 Daya = 7.4 HP 6 kW
 Bahan konstruksi = Carbon Steel SA 240 Grade M type 316
 Jumlah = 1 buah

3. Cyclone

Fungsi : Memisahkan debu batubara dan udara dari rotary dryer

Rate masuk = 28,038.24 kg/jam
 = 61,824.33 lb/jam
 = 17.17 lb/s

Suhu udara = 160 C = 320 F

Dengan rumus :

$$U = \frac{0.153 \times G^{0.71} \times D_p^{1.14} \times (\rho_s - \rho)^{0.71}}{\rho^{0.29} \times \mu^{0.43}} \quad (\text{Walas, bab 6.10 eq 10})$$

G = konstanta gravitasi = 32.174 ft/s²
 Dp = diameter partikel = 3000 mikron
 = 3000 x 0.00000328
 = 0.0098 ft
 ps = densitas partikel = 93.642 lb/ft³
 ρ = densitas udara = 0.051 lb/ft³
 μ = 0.0000136
 sehingga, U = 68.30 ft/s

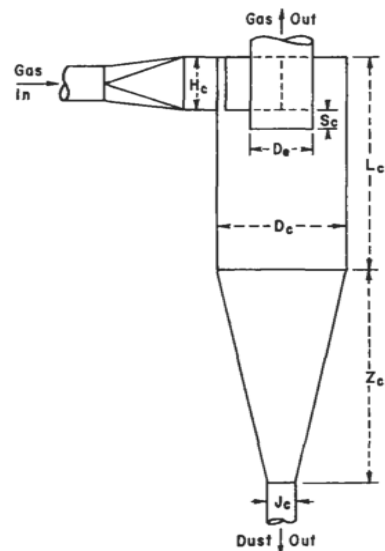
$$N_1 = D_p \times \rho \times U / \mu = 2514.86$$

Rumus di atas dapat digunakan karena masih dalam batas Nre =
 Laju alir gas masuk = rate udara / densitas udara
 = 337.54 cuft/s

$$\text{Luas penampang cyclone} = \text{laju alir gas masuk} / U = 4.94 \text{ ft}^2$$

$$\text{Diameter cyclone} = 2.51 \text{ ft} = 30.11 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 BC &= DC/4 = 7.53 \text{ in} = 0.6273 \text{ ft} \\
 HC &= DC/2 = 15.05 \text{ in} = 1.2545 \text{ ft} \\
 LC &= 2*DC = 60.22 \text{ in} = 5.0182 \text{ ft} \\
 SC &= DC/8 = 3.76 \text{ in} = 0.3136 \text{ ft} \\
 ZC &= 2*DC = 60.22 \text{ in} = 5.0182 \text{ ft} \\
 JC &= DC/4 = 7.53 \text{ in} = 0.6273 \text{ ft}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi cyclone} &= LC + ZC \\
 &= 60.22 + 60.22 \\
 &= 120.44 \text{ in} = 10.04 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Diameter partikel minimum yang dapat dipisahkan =

$$D_{pm} = \left(\frac{9 \times \mu \times BC}{\pi \times N_s \times V} \right)^{0,5} \text{ (perry's, hal 1590)}$$

D_{pm} = diameter partikel minimum yang dapat dipisahkan

N_s = jumlah putaran gas dalam cyclone = 5

V_{in} = kecepatan gas masuk, m/s;(range 8: 30 m/s; biasanya diambil 15 m/s)

$$N_s = 1.5$$

$$V_{in} = 3 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}
 \text{sehingga, } D_{pm} &= 0.0002409524 \text{ ft} \\
 &= 73.44230 \text{ mikron} \\
 &= 0.07344 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Karena $D_{pm} < 350$ mikron, maka *cyclone* dapat dipakai

Spesifikasi Wet Cyclone

$$\text{Kapasitas} = 28,038.24 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Laju alir gas masuk} = 337.54 \text{ cuft/s}$$

$$\text{Luas penampang} = 4.94 \text{ ft}^2$$

$$\text{Diameter} = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 3.1 \text{ m}$$

4. Jaw Crusher

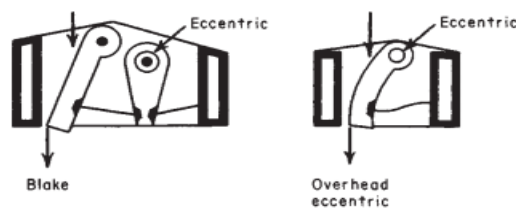
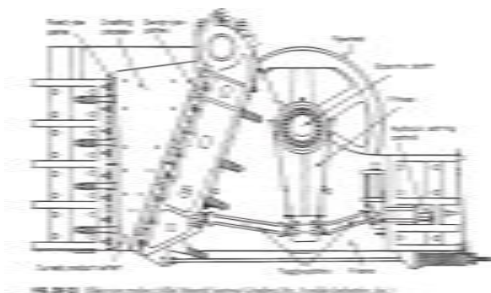


FIG. 20-21 Jaw-crusher designs.

(Perry,s chemical engineer's handboook 7th edition)

Gambar 4. Jaw Crusher

Fungsi = Untuk mengecilkan ukuran batubara dari ukuran 4-5 cm menjadi ukuran 0.5-2.5 cm.

Tipe = Blake Jaw Crusher

Dasar Pemilihan = Digunakan untuk menghancurkan material yang mempunyai ukuran besar dan keras maupun bahan yang mengandung mineral dari tambang

Kapasitas = 46,847.17 kg/jam = 46.85 ton/jam

TABLE 20-8 Performance Data for Blake Jaw Crushers

| Model | Feed opening, in. | hp | Closed setting, in. | Capacity, ton/h | Weight, 1000 lb. | Max. r/min. |
|--------------|-------------------|--------------|---------------------|-----------------|------------------|-------------|
| Standard 22 | 3 × 12 | 10 | ¼ | 2-5 | 3 | 400 |
| 54 | 8 × 24 | 15-25 | ½ | 19-32 | 7 | 400 |
| 81 | 12 × 36 | 25-40 | 1 | 32-50 | 17 | 390 |
| 95 | 24 × 36 | 30-50 | 2 | 95-135 | 27 | 390 |
| Big Bite 110 | 25 × 42 | 50-60 | 2 | 64-95 | 40 | 390 |
| | 42 × 48 | 125-150 | 4 | 195-270 | 117 | 290 |
| | 66 × 84 | 350-400 | 7 | 85-120 | 455 | 210 |
| | | | 10 | 205-275 | | |
| | | | 22 | 215-290 | | |
| | | | | 520-770 | | |
| | | | | 835-1310 | | |
| | | | | 2625-4120 | | |

To convert inches to millimeters, multiply by 25.4; to convert pounds to kilograms, multiply by 0.4535; to convert horsepower to kilowatts, multiply by 0.746; and to convert tons per hour to kilograms per hour, multiply by 907.

TABLE 20-9 Guide to Selection of Crushing and Grinding Equipment

| Material | Feed Size (mm) | Desired Product Size (mm) | Crushing | | Grinding | |
|----------|----------------|---------------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| | | | Equipment | Capacity (t/h) | Equipment | Capacity (t/h) |
| Soft | 100-200 | 10-20 | Jaw | 10-100 | Ball | 10-100 |
| | | | Gyratory | 10-100 | Ball | 10-100 |
| Medium | 20-50 | 5-10 | Jaw | 10-100 | Ball | 10-100 |
| | | | Gyratory | 10-100 | Ball | 10-100 |
| Hard | 5-10 | 1-5 | Jaw | 10-100 | Ball | 10-100 |
| | | | Gyratory | 10-100 | Ball | 10-100 |

Spesifikasi Jaw Crusher

- Capacity = 32-50 ton/ h
- Model = Standard 8
- Feed Opening = 12x 36 inch
- Closed Setting = 1 inch
- Weight = 17 1000 lb
- Feed min. = 1 inch
- Feed max. = 5 inch
- Output min. = 0.2 inch
- Output max. = 1 inch
- Power = 25-40 hp
- = 19-30 kW

5. Decanter

Fungsi : Untuk memisahkan antara Tar dan air.

- Rate Tar = 60979.81 kg/h = 134156 lb/h
- ρ Tar = 1100 kg/m³ = 69.30 lb/ft³
- μ Tar = 2.4 cP

Sifat air

- Rate air = 120189.8 kg/h = 264418 lb/h
- ρ air = 1000 kg/m³ = 63.00 lb/ft³
- μ air = 0.89 cP

VI = 80%

Q tar = laju alir x ρ
= 3E+10 ft³/s

μ Tar = 2.42 cP
= 0.0016 lb/ft.sec

Q air = laju alir x ρ
= 6E+10 ft³/s

μ air = 0.9 cP
= 0.0005963 lb/ft.sec

Dispersed phase (Θ) (Ludwig Vol I, eq 4-36)

$$\Theta = \left[\frac{Ql}{Qh} \right]$$

$$\Theta = 0.4254037$$

Droplet size (asumsi)

$$\begin{aligned} \text{asumsi} &= 150 \text{ } \mu\text{m} \\ &= 0.00048 \text{ ft} \end{aligned}$$

Kecepatan pengendapan terminal (v_d) (Ludwig Vol I, eq 4-34)

$$v_d = g d^2 \left(\frac{\rho_d - \rho_c}{\mu} \right)$$

$$v_d = 9.0635 \text{ ft/s}$$

Jika

$$Q_c/A_i < v_d$$

$$\text{Asumsi } L = 5 \text{ D}$$

$$I = 80\% \text{ D}$$

untuk

$$A_i = I * L$$

$$A_i = 4 \text{ D}$$

Maka

$$Q_c/A_i < v_d$$

$$\frac{Q_c}{A_i} < v_d$$

$$A_i$$

$$D \geq 1.65E+09 \text{ ft}$$

Area Interface (A_i)

$$A_i = I * L$$

$$= 4 \text{ D}$$

$$= 7E+09$$

Panjang Decanter (L)

$$L = 5 \text{ D}$$

$$= 8.27E+09$$

Menghitung level surface

Jarak Baffle dari bawah permukaan vessel (h)

$$h = 0.25D - 0.3D \text{ (Ludwig Vol I, fig 4-13)}$$

$$= 0.3 \text{ D asumsi}$$

$$= 5E+08 \text{ ft}$$

Radius vessel

$$r = 1 * D$$

$$= 8E+08 \text{ ft}$$

Lebar in (Ludwig Vol I, eq 4-37)

$$I = 2 \sqrt{r^2 - h^2}$$

$$I = 1.32E+09 \text{ ft}$$

Luas wilayah fase berat (Al) (Ludwig Vol I, eq 4-39)

$$A_l = (\pi r^2) / 2 - h \sqrt{r^2 - h^2} - r$$

$$A_l = 6.34E+17 \text{ ft}^2$$

Luas wilayah fase ringan (Ah)

$$A_h = \pi r^2 - A_l$$

$$A_h = 1.5142E+18 \text{ ft}^2$$

Area Interface (Ai)

$$A_i = I \cdot L$$

$$= 1.09E+19 \text{ ft}^2$$

Kecepatan pengendapan sekunder

$$Q_c / A_i \leq v_d$$

$$v_d \geq 3.06E-09 \text{ ft/s}$$

Droplet size (Teoritis) (Ludwig Vol I, eq 4-34)

$$v_d = g d^2 ((\rho_d - \rho_c) / (18 \mu_c))$$

$$d = \sqrt{((v_d \cdot 18 \mu_c) / (g (\rho_d - \rho_c)))}$$

$$d = 4.0243E-07$$

Height of dispersion band (Hd)

$$H_d = 10\% \cdot D$$

$$= 2E+08 \text{ ft}$$

Time available to cross the dispersed band

$$t = 2.7E+16 \text{ s}$$

minimum residence time (Ludwig Vol I, eq 4-17)

$$t_{\min} = h / v_d$$

$$= 1.6228E+17 \text{ s}$$

$$= 9.7369E+18 \text{ min}$$

6. Double Roll Mixer (M-130)

Fungsi : Untuk mencampur batubara dengan tar panas.

Tipe : Muller Mixer

Diketahui :

T = 100 C
P = 1 atm
= 15 psig
VI = 80 %
Material = AISI 1018 Steel, cold drawn
f: = 53700
Pengelasan = Double Welded but joint
E = 0.8
C = (1/8) in
= 0.1
LS = 1.5 d

Rate umpan = 303,517.20 kg/jam (Basis 15 menit)
= 5,058.62 kg/min
= 75879.30 kg/15 min
Rate tar = 33,724 kg/jam
= 562 kg/min
= 8431.03 kg/15 min

ρ coal = 1500 kg/m³
V coal = 50.59 m³
= 1787.5 ft³

ρ Tar = 1100 kg/m³ = 69.30 lb/ft³
V Tar = 8 m³
= 270.83 ft³

ρ campuran = 1,447.37 kg/m³ = 91.18 lb/ft³
v massa total = 2058.3 ft³

μ coal = 2.4
 μ Tar = 3.6
 μ campuran = 2.5

volume massa dalam tangki = 80%

volume tangki = $\frac{\text{volume massa total}}{\text{volume massa dalam tangki}}$
= 2572.914 ft³

Mencari ukuran silinder

volume tangki = $(\pi/4 * d^2 * LS)$
2572.913789 = 0.8 x d² x 0.3 d

$$2572.913789 = 0.3 d^3$$

$$d = 21.495 \text{ ft}$$

Mencari Tinggi Silinder

$$L_s = 0.33 d \text{ (jurnal)}$$

$$L_s = 7.0935 \text{ ft}$$

$$= 2.1621 \text{ m}$$

$$= 85.122 \text{ in}$$

Mencari Tebal Silinder

$$t_s = \frac{\text{Pi} \times d_o}{2 (\text{FE} + 0,4 \text{ Pi})} + C$$

$$= 0.1287 \text{ in}$$

$$= 0.1287 \times \frac{16}{16}$$

$$= \frac{2.0588}{16} \sim \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$t_s = 0.1875 \text{ in}$$

$$= 0.0156 \text{ ft}$$

$$= 0.0048 \text{ m}$$

Mencari Ketinggian Tutup atas (*Dishead*)

$$H_a = 0,169 \times d$$

$$H_a = 3.6327 \text{ ft}$$

$$= 1.1073 \text{ m}$$

$$= 43.593 \text{ in}$$

Mencari Tebal tutup atas (bentuk standar dished head)

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times \text{Pi} \times r}{2 (\text{FE} - 0,1 \text{ Pi})} + C$$

$$= \frac{858.627}{85931.76} + 0.1$$

$$= 0.135 \text{ in}$$

$$= 0.135 \times \frac{16}{16}$$

$$= \frac{2.2}{16} \sim \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$= 0.1875 \text{ in}$$

$$= 0.0156 \text{ ft}$$

$$= 0.0048 \text{ m}$$

Menentukan tinggi adonan dalam shell

$$L_{ls} = \frac{V_{\text{coal+tar}}}{\frac{3.14 \times d_i^2}{4}}$$

$$= \frac{2058.331}{0.785 \times 462.06}$$

$$= 5.6748 \text{ ft}$$

$$= 68.098 \text{ in}$$

$$= 1.7297 \text{ m}$$

Menentukan Dimensi Pengaduk

Diameter Roller

$$D_r = 0.5 L_s$$

$$= 3.5468 \text{ ft}$$

$$1.0782 \text{ m}$$

Lebar roller

$$B_r = 0.09 d$$

$$= 1.9346 \text{ ft}$$

$$= 0.5881 \text{ m}$$

Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$\frac{Z_i}{d} = 0.1$$

$$Z_i = 0.1 \times 21.495$$

$$= 2.1495 \text{ ft}$$

$$= 0.6535 \text{ m}$$

Menentukan panjang lengan impeller (rr)

$$\frac{r_r}{d} = 0.125$$

$$r_r = 0.125 \times 21.495$$

$$= 2.6869 \text{ in}$$

$$= 0.8168 \text{ m}$$

Shaft mixer

Panjang Shaft (ra)

$$\text{diketahui } \omega_s = 3.1 \text{ rad/s}$$

$$\omega_r = 3.7 \text{ rad/s}$$

$$r_a = \frac{r_r \times \omega_r}{\omega_s}$$

$$= 0.9616 \text{ m}$$

Torsi shaft (Ts)

$$\text{Diketahui : } F = 22.22 \text{ N}$$

$$T_s = r \times F \times \sin\theta$$

$$= 0.9616 \times 22.22 \times \sin 90$$

$$= 19.102 \text{ N.m}$$

Torsi roller (Tr)

$$T_r = r \times F \times \sin\theta$$

$$= 0.8168 \times 22.22 \times \sin 90$$

$$= 16.226 \text{ N.m}$$

Power (P)

$$P_s = \frac{T_s}{\omega_s} \quad (\text{Bala, 2005})$$
$$= 6.0797 \text{ kW}$$

$$P_r = \frac{T_r}{\omega_r}$$
$$= 4.3866 \text{ kW}$$

$$P_{\text{tot}} = 10.466 \text{ kW}$$

Spesifikasi Doubel Roll Mixer :

| | |
|-------------------------------|---|
| Kode | = M-130 |
| Jumlah | = 1 buah |
| Fungsi | = Mencampur batubara dengan tar proses untuk membentuk <i>granule</i> |
| Nama fluida | = Granul batubara |
| Kapasitas | = 2572.914 ft ³ |
| Material | = <i>Stainless Steel SA-167 Grade B Type 304</i> |
| ID | = 21.495 ft |
| OD | = 21.511 ft |
| Tinggi Shell (Ls) | = 7.1 ft |
| Tebal Shell (t _s) | = 0.016 ft |
| Jenis pengaduk | = <i>Muller pan mixer</i> |
| Power pengaduk | = 10.47 kW |

7. Double Roll Briquetting Machine

| | |
|----------------|---|
| Fungsi | = Membuat butiran batubara menjadi besar sehingga ideal untuk dikarbonisasi |
| Feed | = 312314.446 kg/jam = 312.314446 ton/jam |
| Kapasitas | = 50 ton/jam |
| Jumlah | = 6 ~ 7 |
| Tipe | = Double Roll Briquette |
| Jumlah Roll | = 2 |
| Diameter Roll | = 1000 mm |
| Material Roll | = 65 Mn |
| Lebar Diameter | = 650 mm |
| Tekanan | = 200 kg/cm ² |
| Daya | = 132 kW |
| Panjang | = 3.7 m |
| Lebar | = 2 m |
| Tinggi | = 2.9 m |
| Ukuran Briket | = 30-50 mm |



LAMPIRAN J

PERHITUNGAN UNIT PENUKAR PANAS

1. *Spray Quench*

Fungsi : Untuk memadamkan api pada semi kokas agar tidak menjadi abu.

Coal Load

$$Q = 1.61 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\rho_l = 62.24 \text{ lb}/\text{ft}^3$$

$$\rho_s = 74.91 \text{ lb}/\text{ft}^3$$

$$C_{load} = Q \{ \rho_c / (\rho_c - \rho_l) \}^{0.5}$$

$$\{ \rho_c / (\rho_c - \rho_l) \}^{0.5} = 2$$

$$C_{load} = 4 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Active Area

$$C_{load} = 4 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$q = 6034.256 \text{ kg}/\text{jam}$$

$$= 1568.907 \text{ gal}/\text{h}$$

$$= 26.14844 \text{ gal}/\text{min}$$

$$Dt = 4.3 \text{ ft}$$

$$N = \text{single pass tray}$$

$$L = 9Dt/N$$

$$= 38.25$$

$$C = 0.4$$

$$F = 0.8$$

$$A_{a,\min} = \{ V_{Load} + q \cdot L / 13000 \} C \cdot F$$

$$A_{a,\min} = 1.4053 \text{ ft}^2$$

Downcomer Area

$$A_{d,\min} = q / U \cdot F$$

$$U = U \cdot S$$

$$U^* = 41 [\rho_L - \rho_v]^{0.5}$$

$$U^* = 145.9561 \text{ gal}/\text{min ft}^2$$

$$S = 1 \text{ Hydrocarbon}$$

$$U = 145.9561$$

$$A_{d,\min} = 0.2 \text{ ft}^2$$

Tower Area

$$A_T = A_{d,\min} + A_{a,\min}$$

$$A_T = 1.6 \text{ ft}^2$$

Diameter Tower

$$D_t = (4 * A_T / \pi)^{0.5}$$

$$D_t = 1.4$$

Valve Unit

The number of valve units is taken to be 14/ft² of the active area.

$$\begin{aligned} \text{Valve} &= 20.169 \\ &= 20 \end{aligned}$$

| | | |
|----------------|---|---------------------------------------|
| Tipe | = | <i>Quench Tower dan Quenching car</i> |
| Kapasitas | = | 121212 Kg/batch |
| Ukuran Bak | = | p x l x t = 52.5 x 14.8 x 14.8 ft |
| Kebutuhan air | = | 41012.83 lb,jam |
| Laju air | = | 294882 gpm |
| Active area | = | 1.41 ft ² |
| Downcomer Area | = | 0.224 ft ² |
| Tower Area | = | 1.63 ft ² |
| Jumlah Valve | = | 20 Unit |

LAMPIRAN K

PERHITUNGAN UNIT PENGALIHAN DAN PENYIMPANAN

1. Compressor

Jumlah : 1 buah

Kondisi :

$$\rho \text{ udara} = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Rate massa} = 20000 \text{ kg/jam} = 333.3333 \text{ kg/min}$$

$$V \text{ udara} = 271.98 \text{ m}^3 = 9600.74 \text{ ft}^3$$

$$\text{Rate mol} = 1061.57 \text{ kgmol/jam}$$

$$\text{Suhu masuk } (T_1) = 40 \text{ }^\circ\text{C} = 104 \text{ }^\circ\text{F} = 313.15 \text{ K}$$

$$\text{Suhu keluar } (T_2) = 150 \text{ }^\circ\text{C} = 302 \text{ }^\circ\text{F} = 423.15 \text{ K}$$

$$\rho \text{ udara} = 1.2256 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{specific gas } (R_a) = 287.05 \text{ J/kg K}$$

$$\rho = \frac{P}{R_a \times T} \text{ (Appendix B, Wiley)}$$

$$\text{Tekanan masuk } (P_1) = 0.11017 \text{ MPa} = 15.979 \text{ psia}$$

$$\text{Tekanan keluar } (P_2) = 0.14887 \text{ MPa} = 21.592 \text{ psia}$$

Menentukan Ratio of Compression (R)

$$r = \sqrt[N]{\frac{P_{out}}{P_{in}}} \text{ (Ludwig vol III, Hal 494)}$$

$$N = 1 \text{ (single state)}$$

$$R = 1.35$$

$R_c \text{ maks/stage} = 1,2 - 1,5$ untuk axial flow (*Tabel 12-1, Ludwig vol III*)

Ratio spesifik heat (k)

$$k = 1 \text{ untuk udara (Ludwig vol III, tabel 12-4)}$$

B. Kapasitas Power (Hp)

Menghitung Hp, persamaan 12-47 Ludwig vol III

a. Theoretical Hp

$$= \frac{144}{33,000} \left(\frac{k}{k-1} \right) P_1 V_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{(k-1)/k} - 1 \right]$$

$$V = 9600.74 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$k = 1.406$$

$$B_{hp} = 210.54 \text{ HP}$$

$$= 154.75 \text{ kW}$$



(A) Single Acting Cylinder

Table E51
General Compression and Expansion Data

| Compressor Type | Approx. No. Compression Stages | | Approx. No. Expansion Stages | |
|-----------------|--------------------------------|----|------------------------------|----------|
| | Feed Back Through | By | By | in Ratio |
| Reciprocating | 10-15 | 10 | 10 | 10 |
| Centrifugal | 10-15 | 10 | 10 | 10 |
| Steam Turbine | 10-15 | 10 | 10 | 10 |
| Roller | 10-15 | 10 | 10 | 10 |

Efisiensi ditentukan = 80%
 Sehingga kerja kompresor = $W / \text{Efisiensi}$
 = 263.181 HP
 Efisiensi motor = 80%
 Power kompresor = $W / \text{Efisiensi}$
 = 193.438 kW

Spesifikasi Compressor

Fungsi = Menghasilkan supply udara untuk umpan pada *rotary dryer*
 Jenis = Compressor (axial flow) single state
 Kapasitas = 9600.73977 ft³/min
 Daya = 263.181 HP = 193.438 kW
 Efisiensi = 80%
 Jumlah = 1

TABLE 21-7 Belt-Conveyor Data for Troughed Antifriction Idlers*

| Belt width in (cm) | Cross-sectional area of load ft ² (m ²) | Belt speed, ft/min (m/min) | | Belt plies | | Maximum lump size, in (mm) | | Belt speed, ft/min (m/min) | Capacity and hp for 100-lb/ft ³ material | | | Add for tripper hp† |
|-----------------------|--|----------------------------|-----------|------------|---------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| | | Normal | Maximum | Minimum | Maximum | Sized material, 80% under | Unsized material, not over 20% | | Capacity tons/h (metric tons/h) | hp/10-ft (3.05-m) lift | hp/100-ft (30.48-m) centers | |
| 14 (35) | 0.11 (.010) | 200 (61) | 300 (91) | 3 | 5 | 2.0 (51) | 3.0 (76) | 100 (30.5) | 32 (29) | 0.34 | 0.44 | 2.0 |
| 16 (40) | 0.14 (.013) | 200 (61) | 300 (91) | 3 | 5 | 2.5 (64) | 4.0 (102) | 200 (61.0) | 64 (58) | 0.68 | 0.68 | 2.5 |
| | | | | | | | | 300 (91.5) | 96 (87) | 1.04 | 1.32 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 44 (40) | 0.46 | 0.56 | |
| 18 (45) | 0.18 (.017) | 250 (76) | 350 (107) | 4 | 6 | 3.0 (76) | 5.0 (127) | 200 (61.0) | 85 (80) | 0.90 | 1.12 | 3.0 |
| | | | | | | | | 300 (91.5) | 132 (120) | 1.36 | 1.68 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 54 (49) | 0.58 | 0.70 | |
| 20 (50) | 0.22 (.020) | 250 (76) | 350 (107) | 4 | 6 | 3.5 (89) | 6.0 (152) | 250 (76.2) | 134 (122) | 1.42 | 1.76 | 3.20 |
| | | | | | | | | 350 (106.7) | 190 (172) | 2.00 | 2.42 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 66 (60) | 0.70 | 0.84 | |
| 24 (60) | 0.33 (.030) | 300 (91) | 400 (122) | 4 | 7 | 4.5 (114) | 8.0 (203) | 250 (76.2) | 164 (148) | 1.72 | 2.06 | 3.5 |
| | | | | | | | | 350 (106.7) | 230 (209) | 2.44 | 2.90 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 98 (89) | 1.02 | 1.02 | |
| 30 (75) | 0.53 (.049) | 300 (91) | 450 (137) | 4 | 8 | 7.0 (178) | 12.0 (305) | 300 (91.5) | 294 (267) | 3.06 | 3.04 | 5.0 |
| | | | | | | | | 400 (121.9) | 392 (356) | 4.08 | 4.04 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 158 (143) | 1.60 | 1.50 | |
| 36 (90) | 0.78 (.072) | 400 (122) | 600 (183) | 4 | 9 | 8.0 (203) | 15.0 (381) | 300 (91.5) | 474 (430) | 4.80 | 4.50 | 7.0 |
| | | | | | | | | 450 (137.2) | 710 (645) | 7.20 | 6.74 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 230 (209) | 2.44 | 1.59 | |
| 42 (105) | 1.09 (.101) | 400 (122) | 600 (183) | 4 | 10 | 10.0 (254) | 18.0 (457) | 400 (121.9) | 920 (835) | 9.74 | 6.36 | 9.5 |
| | | | | | | | | 600 (182.9) | 1380 (1253) | 14.60 | 9.52 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 330 (300) | 3.50 | 2.28 | |
| 48 (120) | 1.46 (.136) | 400 (122) | 600 (183) | 4 | 12 | 12.0 (305) | 21.0 (533) | 400 (121.9) | 1320 (1198) | 14.00 | 9.12 | 12.8 |
| | | | | | | | | 600 (182.9) | 1980 (1797) | 23.20 | 13.68 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 440 (399) | 4.66 | 3.04 | |
| 54 (135) | 1.90 (.177) | 450 (137) | 600 (183) | 6 | 14 | 14.0 (356) | 24.0 (610) | 400 (121.9) | 1760 (1598) | 18.70 | 12.14 | 20.0 |
| | | | | | | | | 600 (182.9) | 2840 (2397) | 28.00 | 18.20 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 570 (517) | 6.04 | 3.94 | |
| 60 (150) | 2.40 (.223) | 450 (137) | 600 (183) | 6 | 16 | 16.0 (406) | 28.0 (711) | 450 (137.2) | 2564 (2328) | 27.20 | 17.70 | 23 |
| | | | | | | | | 600 (182.9) | 3420 (3105) | 36.20 | 23.60 | |
| | | | | | | | | 100 (30.5) | 720 (654) | 7.64 | 4.98 | |
| | | | | | | | | 450 (137.2) | 3240 (2941) | 34.40 | 22.40 | |
| | | | | | | | | 600 (182.9) | 4320 (3921) | 45.50 | 29.50 | |

*Fairfield Engineering Co. data in U.S. customary system. Metric conversion is rounded off. For inclined conveyors, add lift horsepower to center horsepower for total horsepower. For terminals multiply horsepower by the following factors: 0-50 ft (15.2 m), 1.20; 51-100 ft (30.5 m), 1.10; 101-150 ft (45.7 m), 1.05. For countershaft drives, multiply horsepower by 1.05 for each reduction (cut gears).
 †Tripper horsepower is based on material bulk density of 100 lb/ft³ (1602 kg/m³) and a belt speed of 300 ft/min (91.4 m/min).

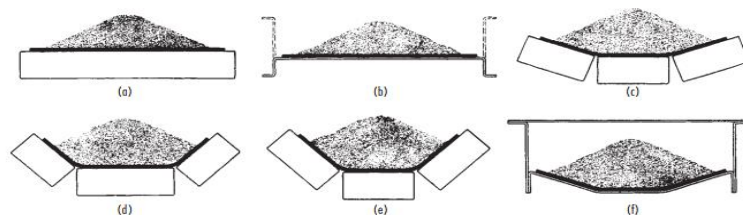


FIG. 21-3 Typical belt-conveyor idler and plate-support arrangements. (a) Flat belt on flat-belt idlers. (b) Flat belt on continuous plate. (c) Troughed belt on 20° idlers. (d) Troughed belt on 45° idlers with rolls of unequal length. (e) Troughed belt on 45° idlers with rolls of equal length. (f) Troughed belt on continuous plate. (FMC Corporation, Material Handling Systems Division.)

(Perry, s chemical engineer's handbook 7th edition)

Gambar 1. Belt Conveyor

2. Belt Conveyor (C-111)

Fungsi :
 Mengangkut batu bara dari *storage* menuju *gyratory crusher*
 Jumlah feed masuk = 314,835.60 kg/jam
 = 314.84 ton/jam
 Kapasitas = 392 ton/jam
 Tipe = Through belt idler 20° (Walas,79)
 Lebar belt = 24 in
 Kecepatan belt normal = 91 m/min = 1.5 m/s

| | | | | | | |
|------------------------|---|--------|----------------|---|---|-----|
| Kecepatan belt maksimu | = | 122 | m/min | = | 2 | m/s |
| Luas area beban | = | 0.03 | m ² | | | |
| Power Center | = | 4.04 | hp/100-ft | | | |
| Powerlift | = | 4.08 | hp | | | |
| Power total | = | 6.06 | hp | | | |
| | = | 4.5153 | kW | | | |
| Jumlah | = | 1 | buah | | | |

(*Perry's 7th ed. tabel 21-7*)

3. Belt Conveyor

Fungsi : Mengangkut batu bara dari gyratory crusher menuju rotary dryer

| | | | | | | |
|-------------------------|---|--------------------|----------------|---|-----|-----|
| Jumlah feed masuk | = | 47,225.34 | kg/jam | | | |
| | = | 47.23 | ton/jam | | | |
| Kapasitas | = | 54.00 | ton/jam | | | |
| Tipe | = | Through belt idler | 20° | | | |
| maximum lump size | = | 7.6 | cm | | | |
| Lebar belt | = | 18 | in | | | |
| Kecepatan belt normal | = | 76 | m/min | = | 1.3 | m/s |
| Kecepatan belt maksimum | = | 107 | m/min | = | 1.8 | m/s |
| Luas area beban | = | 0.017 | m ² | | | |
| Power Center | = | 0.70 | hp/100-ft | | | |
| power lift | = | 0.58 | hp | | | |
| Power total | = | 0.95 | kW | | | |
| Jumlah | = | 1 | buah | | | |

(*Perry's 7th ed. tabel 21-7*)

4. Belt Conveyor

Fungsi : Mengangkut batu bara dari rotary dryer menuju blake jaw crusher

| | | | | | | |
|------------------------|---|--------------------|----------------|---|-----|-----|
| Jumlah feed masuk | = | 47,225.34 | kg/jam | | | |
| | = | 47.23 | ton/jam | | | |
| Kapasitas | = | 54.00 | ton/jam | | | |
| Tipe | = | Through belt idler | 20° | | | |
| maximum lump size | = | 7.6 | cm | | | |
| Lebar belt | = | 18 | in | | | |
| Kecepatan belt normal | = | 76 | m/min | = | 1.3 | m/s |
| Kecepatan belt maksimu | = | 107 | m/min | = | 1.8 | m/s |
| Luas area beban | = | 0.017 | m ² | | | |
| Power Center | = | 0.70 | hp/100-ft | | | |
| power lift | = | 0.58 | hp | | | |
| Power total | = | 0.95 | kW | | | |
| Jumlah | = | 1 | buah | | | |

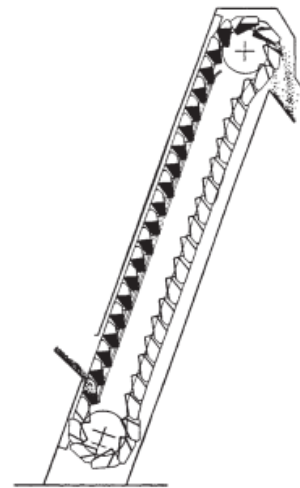
(*Perry's 7th ed. tabel 21-7*)

TABLE 21-7 Bucket-Elevator Specifications for Continuous Buckets or Chutes

| Bucket Capacity (cu ft) | Drive (hp/ft) | Spacing (in) | Bucket Type | Speed (ft/min) | Center (ft) | Capacity (ton/hr) | Material | Notes |
|-------------------------|---------------|--------------|------------------------------|----------------|-------------|-------------------|----------------|-------|
| 0.5 | 0.1 | 12 | Centrifugal-discharge spaced | 100 | 75 | 130 | Steel | |
| 0.5 | 0.1 | 12 | Positive-discharge spaced | 100 | 75 | 130 | Steel | |
| 0.5 | 0.1 | 12 | Continuous | 100 | 75 | 130 | Steel | |
| 0.5 | 0.1 | 12 | Supercapacity continuous | 100 | 75 | 130 | Steel | |
| 0.5 | 0.1 | 12 | Spaced | 100 | 75 | 130 | Malleable-iron | |
| 0.5 | 0.1 | 12 | Continuous | 100 | 75 | 130 | Malleable-iron | |
| 0.5 | 0.1 | 12 | Continuous | 100 | 75 | 130 | Steel | |



FIG. 21-5 Bucket-elevator types and bucket details. (a) Centrifugal-discharge spaced buckets. (b) Positive-discharge spaced buckets. (c) Continuous bucket. (d) Supercapacity continuous bucket. (e) Spaced buckets receive part of lead direct and part by scooping from bottom. (f) Continuous buckets are filled as they pass through loading leg, with feed spout above tail wheel. (g) Continuous buckets in bottomless boot, with cleanout door. (h) Malleable-iron spaced buckets for centrifugal discharge. (i) Steel buckets for continuous-bucket elevators. (Stephens-Adams Division, Allis-Chalmers Corporation.)



(Perry, s chemical engineer's handbook 7th edition)

Gambar 2. Bucket Elevator

5. Bucket Elevator

- Fungsi : Mengangkut *briquete* dari double roll mixer ke Coke Oven Battery
- Jumlah feed masuk = 337,241.29 kg/jam
- = 337.24 ton/jam
- Spesifikasi
- Kapasitas = 130 ton/jam
- Tipe = Supercapacity continuous bucket
- Sudut inklinasi = 22 °
- Size of bucket = 18 x 8 x 11 3/4 in
- Bucket spacing = 12 in
- Assumed bucket linear sp = 45.7 m/mi = 0.8 m/s
- Elevator center = 75 ft = 23 m
- Size of lumps = 2.00 in
- = 5.08 mm
- head shaft = 20.00 r/min
- Power required at head sl = 20.00 hp
- = 14.91 kW
- Jumlah = 3 buah

(Perry's 7th ed. tabel 21-7)

6. Belt Conveyor

- Fungsi : Mengangkut semi kokas dari screening menuju ke storage
- Jumlah feed masuk = 121,212.24 kg/jam
- = 121.21 ton/jam
- Kapasitas = 132 ton/jam

Tipe = Through belt idler 20°
 Lebar belt = 16 in
 Kecepatan belt normal = 61 m/mi = 1 m/s
 Kecepatan belt maksimum = 91 m/mi = 1.5 m/s
 Luas beban = 0.13 m²
 Power Center = 1.36 hp/100-ft
 Power Total = 1.63 hp = 1.22 kW
 Jumlah = 1 buah

(Perry's 7th ed. tabel 21-7)

7. Screw Conveyor

Fungsi : Mengangkut campuran batubara dan tar dari double roll mixer menuju double roll briquetting

Tipe : Plain spouts

Laju alir massa masuk screw conveyor = 347016.02 kg/jam
 = 765170.324 lb/jam

Kondisi operasi : P_{operasi} = 1 atm
 T_{operasi} = 30 °C

| Komponen | Massa | s.g | Densitas | Fraksi Massa | Volume |
|---------------------------------|----------|-------|----------------------|--------------|-------------------|
| | (kg/jam) | | (kg/m ³) | | (m ³) |
| 10.8S0.200.1N0 | 285086 | 1.500 | 1500 | 0.822 | 190.057 |
| H ₂ O | 27229 | 0.997 | 997.08 | 0.078 | 27.309 |
| C ₁₆ H ₁₄ | 34702 | 1.100 | 1200 | 0.100 | 28.918 |
| Total | 347016 | | | 1.000 | 246.284 |

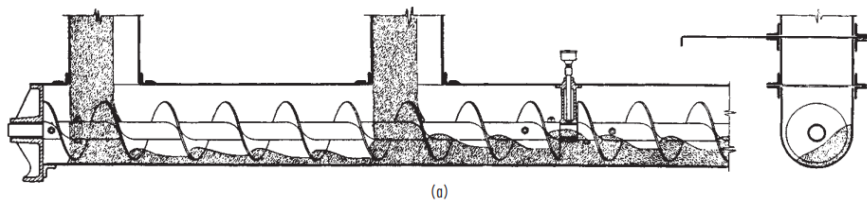
$$V_{\text{total}} = \sum m_i / \rho_i = 246.284 \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{campu}} = m_{\text{total}} / V_{\text{total}} = 347016 / 246.284 = 1409 \text{ kg/m}^3$$

$$= 87.922 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Volume angkut} = (\text{Kapasitas angkut}) / (\text{Densitas bahan}) = 347016 / 39.619$$

$$= 8702.811 \text{ ft}^3/\text{jam}$$



(Perry, s chemical engineer's handbook 7th edition)

Gambar 1. Screw conveyor

Berdasarkan Perry edisi 7, tabel 21-4 dan 21-6,

Average bulk density : 50 lb/cuft

Diameter pipa : 3.5 in
 Diameter shaft : 3 in
 Diameter flights : 16 in
 Ukuran lumps : 1.5
 Kecepatan : 50 rpm
 Power : 3 hp
 2.2371 kW

Screw Conveyor Capacities and loading conditions

Kelas Material : C
 Diameter Screw : 16
 Ukuran Lump : 1.5
 Kapasitas : 31.4
 Area : 30%
 Occupied



30%

(Perry,s chemical engineer's handboook 7th edition)

Gambar 2. Area Occupied by material Screw conveyor

Spesifikasi

Nama alat : Screw Conveyor
 Fungsi : Mengangkut slurry batubara dan tar dari double roll mixer menuju double roll briquetting
 Tipe : Plain spouts
 Kapasitas : 40 kg/h
 Diameter pipa : 3.5 in = 0.089 m
 Diameter shaft : 3 in = 0.076 m
 Diameter flights : 16 in = 0.406 m
 Ukuran lumps : 1.5
 Kecepatan : 50 rpm
 Power : 2.2 kW
 Jumlah : 1 buah

8. Screw Conveyor

Fungsi : Mengangkut campuran batubara dari blake jaw crusher menuju double roll mixer

Tipe : Plain spouts

Laju alir massa masuk screw conveyor = 303517.1592 kg/jam
 = 669255.336 lb/jam

Kondisi operasi : $P_{operasi} = 1 \text{ atm}$
 $T_{operasi} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

| Komponen | Massa | s.g | Densitas | Fraksi | Volume |
|--------------------|----------|-------|----------------------|--------|-------------------|
| | (kg/jam) | | (kg/m ³) | Massa | (m ³) |
| CH0.8S0.2O0.1N0.01 | 277055.3 | 1.500 | 1500 | 0.913 | 184.704 |

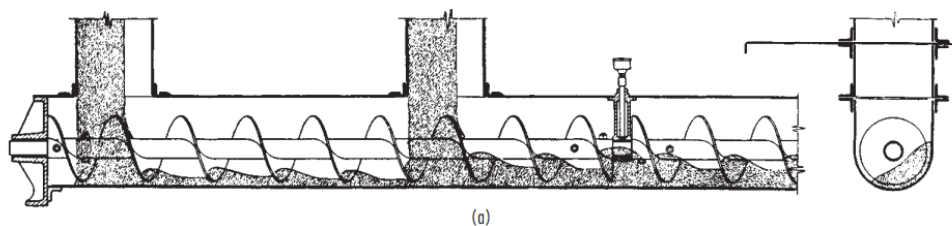
| | | | | | |
|------------------|----------|-------|--------|-------|---------|
| H ₂ O | 26461.8 | 0.997 | 997.08 | 0.087 | 26.539 |
| Total | 303517.2 | | | 1.000 | 211.243 |

$$V_{\text{total}} = \sum m_i / \rho_i = 211.243 \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{campi}} = m_{\text{total}} / V_{\text{total}} = 347016 / 217.366 = 1436.81607 \text{ kg/m}^3$$

$$= 89.657 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Volume angkut} = (\text{Kapasitas angkut}) / (\text{Densitas bahan}) = 347016 / 99.619 = 7464.592 \text{ ft}^3/\text{jam}$$



(Perry, s chemical engineer's handboook 7th edition)

Gambar 1. Screw conveyor

Berdasarkan Perry edisi 7, tabel 21-4 dan 21-6,

Average bulk density : 50 lb/cuft
 Diameter pipa : 3.5 in
 Diameter shaft : 3 in
 Diameter flights : 16 in
 Ukuran lumps : 1.5
 Kecepatan : 50 rpm
 Power : 3 hp
 2.237 kW

Screw Conveyor Capacities and loading conditions

Kelas Material : C
 Diameter Screw : 16
 Ukuran Lump : 1.5
 Kapasitas : 31.4
 Area Occupied : 30%
 by material



30%

(Perry, s chemical engineer's handboook 7th edition)

Gambar 2. Area Occupied by material Screw conveyor

Spesifikasi

Nama alat : Screw Conveyor
 Fungsi : Mengangkut slurry batubara dan tar dari double roll mixer menuju double roll briquetting
 Tipe : Plain spouts
 Kapasitas : 40 tons/h
 Diameter pipa : 3.5 in = 0.089 m

Diameter shaft : 3 in = 0.076 m
 Diameter flights : 16 in = 0.406 m
 Ukuran lumps : 1.5
 Kecepatan : 50 rpm
 Power : 2.2 kW
 Jumlah : 1 buah

9. Pompa Storage ke Tangki

Fungsi = Untuk mengalirkan tar dari storage ke tangki pemanas

Type = Centrifugal pump

Dasar perhitungan

Rate masuk = 34701.6 kg/jam
 = 76343.52 lb/jam
 = 21.20653333 lb/s = # gal/min
 ρ tar = 93.63 lb/ft³
 = 1500 kg/m³
 μ tar = 0.00102 cp
 = 0.00000102 Pa.s
 P1 = 2 atm = 4332.4336 lb/ft²
 P2 = 3 atm = 6498.6504 lb/ft²
 Z1 = 0 ft
 Z2 = 23.0 ft = 7 m
 Gravitasi = 9.8

Menghitung rate volumetrik

$Q = \text{rate masuk} / \rho_{\text{tar}}$
 = 76343.52 / 93.63
 = 815.374559 ft³/jam
 = 0.22649293 ft³/s
 = 0.0063418 m³/s = 22.83 m³/h

Asumsi = aliran turbulenta

ID optimal = $3.9 \times Q^{0.45} \times \rho^{0.13}$

(Peter and Timmerhauss pers. 15 hal 496)

= 3.606809088 in

Standarisasi ID = 4 in sch 40

(Geankoplis, App A.5-1 hal 996)

Sehingga dari Geankoplis, App A.5-1 hal 996 diperoleh harga

OD = 4.5 in = 0.1143 m = 0.375 ft
 ID = 4.026 in = 0.1022604 m = 0.3355 ft
 A = 0.0884 ft² = 0.0082124 m²

$V_2 = Q / A$
 = $\frac{0.226493}{0.0884}$
 = 2.562137 ft/s

$$\Delta V = 2.562137 \text{ ft/s} = 1 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek aliran } N_{Re} &= \frac{\rho D v}{\mu} \\ &= \frac{93.63 \times 0.3355 \times 2.562137}{0.00102} \\ &= 78905.953 \quad (\text{aliran turbulen } >2100) \end{aligned}$$

Perhitungan friksi

1. Contraction loss pada tangki keluar

Diketahui luas A1 sangat besar dibandingkan dengan luas pipa maka =

$$A1/A2 = 0$$

$$\alpha = 1$$

$$k_c = 0,55 (1 - (A1/A2)) \quad (\text{Geankoplis edisi 4th, hal 93})$$

$$k_c = 0.55$$

$$h_c = k_c (v^2/2\alpha) \quad (\text{Geankoplis edisi 4th, hal 93})$$

$$= 1.8053 \text{ ft.lbf/lbm}$$

2. Friksi pada pipa lurus

Panjang ekivalen

$$3 \text{ elbow } 90^\circ = 30$$

$$\begin{aligned} L_{eq} &= 3 \times 30 \times 0.3355 \\ &= 30.195 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$2 \text{ gate valve} = 10$$

$$\begin{aligned} L_{eq} &= 2 \times 10 \times 0.3355 \\ &= 6.71 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$L_{total} = 36.905 \text{ ft}$$

$$\text{Panjang pipa lurus} = 36.905 \text{ ft}$$

$$= 11.248644 \text{ m}$$

Untuk *commercial steel* didapatkan =

$$\epsilon = 0.000046 \text{ m}$$

$$= 0.00015092 \text{ ft}$$

$$\epsilon / D = \frac{0.00015092}{0.3355}$$

$$= 0.00045$$

$$f = 0.0047 \quad (\text{Figure 2.10-3, Geankoplis 4th edition, hal 94})$$

$$F_f = \frac{4f \times L \times v^2}{D \times 2gc}$$

$$= 0.10548489 \text{ ft.lbf/lbm}$$

3. Friksi karena fitting dan valve

| Jenis | Kf | Jumlah | $\sum K_f$ |
|--------------|------|--------|------------|
| elbow, 90° | 0.75 | 3 | 2.25 |
| globe valve | 6 | 2 | 12 |
| (Wide open) | | | |
| Total | | | 14.25 |

(Tabel 2.10-2, Geankoplis Hal 100)

$$h_f = \frac{\sum K_f \times v^2}{2 \times g_c}$$

$$= 1.453733 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\begin{aligned} \text{Total friksi pompa} &= h_c + F_f + h_f \\ &= 1.80525 + 0.105485 + 1.453733 \\ &= 3.3645 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan differensial pressure} &= \\ P_1 &= 4332.4336 \text{ lb/ft}^2 \\ P_2 &= 6498.6504 \text{ lb/ft}^2 \\ \Delta p &= 2166.2168 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan head pompa} &= \\ \text{Persamaan Bernoulli} & \end{aligned}$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{(Z_2 - Z_1) \cdot g}{g_c} + \frac{(V_2 - V_1)^2}{2 \alpha \cdot g_c} + \Sigma F + W_s = 0$$

(Geankoplis, pers 2.7-28 hal 68)

$$\Delta P = 2166.217 \text{ lb/ft}^2$$

$$\Delta Z = 23 \text{ ft}$$

$$\Delta V = 2.6 \text{ ft/s}$$

$$\frac{2166.2}{93.63} + 7 + \frac{6.5645}{64.348} + 3.3645 = - W_s$$

$$- W_s = 33.598 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\begin{aligned} H &= - \frac{W_s \times g_c}{g} \\ &= -110.3 \text{ ft.lbf/lbm} = -33.626 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi pompa } (\eta) = 0.41 \quad [\text{Timmerhaus, Figure 12-17}]$$

$$\begin{aligned} \text{Bhp} &= \frac{W \times m}{\eta \times 550} \\ &= \frac{34 \times 21.206533}{0.4 \times 550} \\ &= 3.159602 \text{ hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi motor} &= 0.41 \\ &= \frac{3.1596018}{0.41} \\ &= 7.706346 \text{ hp} \sim 8 \text{ hp} \\ &= 5.7466222 \text{ kW} \end{aligned}$$

Spesifikasi Alat

$$\begin{aligned} \text{Nama} &= \text{Pompa tar} \\ \text{Fungsi} &= \text{Untuk mengalirkan tar menuju double roll mixer} \\ \text{Type} &= \text{Centrifugal pump} \\ \text{Kapasitas} &= 34701.6 \text{ kg/jam} \\ \text{Daya pompa} &= 8 \text{ hp} \\ \text{Bahan konstruksi} &= \text{Carbon Steel SA 240 Grade M type 316} \end{aligned}$$

Jumlah = 1 buah

10. Pompa Plant Tar

Fungsi = Untuk mengalirkan tar panas menuju double roll mixer

Type = Centrifugal pump

Dasar perhitungan

Rate masuk = 34701.6 kg/jam
= 76343.52 lb/jam
= 21.20653333 lb/s = 206.13 gal/min

ρ tar = 93.63 lb/ft³
= 1500 kg/m³

μ tar = 0.00102 cp
= 0.00000102 Pa.s

P1 = 2 atm = 4332.4336 lb/ft²

P2 = 3 atm = 6498.6504 lb/ft²

Z1 = 0 ft

Z2 = 23.0 ft = 7.0 m

Gravitasi = 9.8

Menghitung rate volumetrik =

Q = rate masuk / ρ tar
= 76343.52 / 93.63
= 815.374559 ft³/jam
= 0.22649293 ft³/s
= 0.0063418 m³ = ## m³/h

Asumsi = aliran turbulent

ID optimal = $3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,13}$

(Peter and Timmerhauss pers. 15 hal 496)

= 3.606809088 in

Standarisasi ID = 4 in sch 40

(Geankoplis, App A.5-1 hal 996)

sehingga dari Geankoplis, App A.5-1 hal 996 diperoleh harga =

OD = 4.5 in = 0.1143 m = 0.375 ft

ID = 4.026 in = 0.1022604 m = 0.3355 ft

A = 0.0884 ft² = 0.0082124 m²

V2 = Q / A

= $\frac{0.226493}{0.0884}$

= 2.562137 ft/s

ΔV = 2.562137 ft/s = 1 m/s

Cek aliran $N_{Re} = \frac{\rho D v}{\mu}$

= $\frac{93.63 \times 0.3355 \times 2.562137}{0.00102}$

$$= 78905.953 \quad (\text{aliran turbulen } >2100)$$

Perhitungan friksi

1. Contraction loss pada tangki keluar

Diketahui luas A1 sangat besar dibandingkan dengan luas pipa maka =

$$A1/A2 = 0$$

$$\alpha = 1$$

$$k_c = 0,55 (1-(A1/A2)) \quad (\text{Geankoplis edisi 4th, hal 93})$$

$$k_c = 0.55$$

$$h_c = k_c (v^2/2\alpha) \quad (\text{Geankoplis edisi 4th, hal 93})$$

$$= 1.8053 \text{ ft.lbf/lbm}$$

2. Friksi pada pipa lurus

Panjang ekuivalen =

$$3 \text{ elbow } 90^\circ = 30$$

$$L_{eq} = 3 \times 30 \times 0.3355$$

$$= 30.195 \text{ ft}$$

2 gate valve = 10

$$L_{eq} = 2 \times 10 \times 0.3355$$

$$= 6.71 \text{ ft}$$

$$L_{total} = 36.905 \text{ ft}$$

$$\text{Panjang pipa lurus} = 36.905 \text{ ft}$$

$$= 11.248644 \text{ m}$$

Untuk *commercial steel* didapatkan

$$\varepsilon = 0.000046 \text{ m}$$

$$= 0.00015092 \text{ ft}$$

$$\varepsilon / D = \frac{0.00015092}{0.3355}$$

$$= 0.00045$$

$$f = 0.0047 \quad (\text{Figure 2.10-3, Geankoplis 4th edition, hal 94})$$

$$F_f = \frac{4f \times L \times v^2}{D \times 2gc}$$

$$= 0.10548489 \text{ ft.lbf/lbm}$$

3. Friksi karena fitting dan valve

| Jenis | Kf | Jumlah | $\sum Kf$ |
|--------------|------|--------|--------------|
| elbow, 90° | 0.75 | 3 | 2.25 |
| globe valve | 6 | 2 | 12 |
| (Wide open) | | | |
| Total | | | 14.25 |

(Tabel 2.10-2, Geankoplis Hal 100)

$$h_f = \frac{\sum Kf \times v^2}{2 \times gc}$$

$$= 1.453733 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\text{Total friksi pompa} = h_c + F_f + h_f$$

$$= 1.80525 + 0.105485 + 1.453733$$

$$= 3.3645 \quad \text{ft.lbf/lbm}$$

Perhitungan differensial pressure

$$P_1 = 4332.4336 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$P_2 = 6498.6504 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$\Delta p = 2166.2168 \quad \text{lb/ft}^2$$

Perhitungan head pompa

Persamaan Bernoulli

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{(Z_2 - Z_1) \cdot g}{gc} + \frac{(V_2 - V_1)^2}{2 \alpha \cdot gc} + \Sigma F + W_s = 0$$

(Geankoplis, pers 2.7-28 hal 68)

$$\Delta P = 2166.217 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$\Delta Z = 23 \quad \text{ft}$$

$$\Delta V = 3 \quad \text{ft/s}$$

$$\frac{2166.2}{93.63} + 7 + \frac{6.5645}{64.348} + 3.3645 = - W_s$$

$$- W_s = 33.598 \quad \text{ft.lbf/lbm}$$

$$H = \frac{- W_s \times gc}{g}$$

$$= -110.3 \quad \text{ft.lbf/lbm} = -33.626 \quad \text{m}$$

$$\text{Efisiensi pompa } (\eta) = 0.41 \quad [\text{Timmerhaus, Figure 12-17}]$$

$$\text{Bhp} = \frac{W \times m}{\eta \times 550}$$

$$= \frac{34 \times 21.206533}{0.4 \times 550}$$

$$= 3.159602 \quad \text{hp}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 0.41$$

$$= \frac{3.1596018}{0.41}$$

$$= 7.706346 \quad \text{hp} \sim \# \text{ hp}$$

$$= 5.7466222 \quad \text{kW}$$

Spesifikasi Alat

Nama = Pompa tar

Fungsi = Untuk mengalirkan tar menuju double roll mixer

Type = *Centrifugal pump*

Kapasitas = 34701.6 kg/jam

Daya pompa = 14 hp

Bahan konstruksi = *Carbon Steel SA 240 Grade M type 316*

Jumlah = 1 buah

11. Pompa Decanter

Fungsi = Untuk mengalirkan tar dari decanter ke tangki penyimpanan

Type = *Centrifugal pump*

Dasar perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Rate masuk} &= 60979.81 \quad \text{kg/jam} \\ &= 134155.582 \quad \text{lb/jam} \\ &= 37.26543944 \quad \text{lb/s} = 362.2201 \quad \text{gal/min} \\ \rho \text{ tar} &= 93.63 \quad \text{lb/ft}^3 \\ &= 1500 \quad \text{kg/m}^3 \\ \mu \text{ tar} &= 0.00102 \quad \text{cp} \\ &= 0.00000102 \quad \text{Pa.s} \\ P1 &= 2 \quad \text{atm} = 4332.4336 \quad \text{lb/ft}^2 \\ P2 &= 3 \quad \text{atm} = 6498.6504 \quad \text{lb/ft}^2 \\ Z1 &= 0 \quad \text{ft} \\ Z2 &= 19.7 \quad \text{ft} = 6 \quad \text{m} \\ \text{Gravitasi} &= 9.8 \end{aligned}$$

Menghitung *rate* volumetrik

$$\begin{aligned} Q &= \text{rate masuk} / \rho \\ &= 134155.582 / 93.63 \\ &= 1432.82689 \quad \text{ft}^3/\text{jam} \\ &= 0.39800747 \quad \text{ft}^3/\text{s} \\ &= 0.01114421 \quad \text{m}^3/\text{s} = 40.119 \quad \text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Asumsi = aliran turbulent

$$\begin{aligned} \text{ID optimal} &= 3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 4.648358451 \quad \text{in} \end{aligned}$$

(Peter and Timmerhauss pers. 15 hal 496)

$$\text{Standarisasi ID} = 5 \quad \text{in} \quad \text{sch 40}$$

(Geankoplis, App A.5-1 hal 996)

sehingga dari Geankoplis, App A.5-1 hal 996 diperoleh harga =

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 5.563 \quad \text{in} = 0.1413002 \quad \text{m} = 0.463583 \quad \text{ft} \\ \text{ID} &= 5.047 \quad \text{in} = 0.1281938 \quad \text{m} = 0.420583 \quad \text{ft} \\ A &= 0.139 \quad \text{ft}^2 = 0.0129131 \quad \text{m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V2 &= Q / A \\ &= \frac{0.398007}{0.139} \end{aligned}$$

$$= 2.863363 \quad \text{ft/s}$$

$$\Delta V = 2.863363 \quad \text{ft/s} = 1 \quad \text{m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek aliran } N_{\text{Re}} &= \frac{\rho \cdot D \cdot v}{\mu} \\ &= \frac{93.63 \times 0.420583 \times 2.863363}{0.00102} \\ &= 110,546.08 \quad (\text{aliran turbulen } > 2100) \end{aligned}$$

Perhitungan friksi

1. Contraction loss pada tangki keluar

Diketahui luas A1 sangat besar dibandingkan dengan luas pipa maka =

$$A1/A2 = 0$$

$$\alpha = 1$$

$$k_c = 0,55 (1 - (A_1/A_2)) \quad (\text{Geankoplis edisi 4th, hal 93})$$

$$k_c = 0.55$$

$$h_c = k_c (v^2/2\alpha) \quad (\text{Geankoplis edisi 4th, hal 93})$$

$$= 2.2547 \text{ ft.lbf/lbm}$$

2. Friksi pada pipa lurus

$$\text{Panjang ekivalen} =$$

$$3 \text{ elbow } 90^\circ = 30$$

$$L_{eq} = 3 \times 30 \times 0.420583$$

$$= 37.8525 \text{ ft}$$

$$2 \text{ gate valve} = 10$$

$$L_{eq} = 2 \times 10 \times 0.420583$$

$$= 8.4116667 \text{ ft}$$

$$L_{total} = 46.264167 \text{ ft}$$

$$\text{Panjang pipa lurus} = 46.264167 \text{ ft}$$

$$= 14.101318 \text{ m}$$

Untuk *commercial steel* didapatkan =

$$\varepsilon = 0.000046 \text{ m}$$

$$= 0.00015092 \text{ ft}$$

$$\varepsilon / D = \frac{0.00015092}{0.42058333}$$

$$= 0.000359$$

$$f = 0.0047 \quad (\text{Figure 2.10-3, Geankoplis 4th edition, hal 94})$$

$$F_f = \frac{4f \times L \times v^2}{D \times 2gc}$$

$$= 0.13174627 \text{ ft.lbf/lbm}$$

3. Friksi karena fitting dan valve

| Jenis | Kf | Jumlah | $\sum K_f$ |
|--------------|------|--------|--------------|
| elbow, 90° | 0.75 | 3 | 2.25 |
| globe valve | 6 | 2 | 12 |
| (Wide open) | | | |
| Total | | | 14.25 |

(Tabel 2.10-2, Geankoplis Hal 100)

$$h_f = \frac{\sum K_f \times v^2}{2 \times gc}$$

$$= 1.815652 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\text{Total friksi pompa} = h_c + F_f + h_f$$

$$= 2.25468 + 0.131746 + 1.815652$$

$$= 4.2021 \text{ ft.lbf/lbm}$$

Perhitungan differensial pressure

$$P_1 = 4332.4336 \text{ lb/ft}^2$$

$$P_2 = 6498.6504 \text{ lb/ft}^2$$

$$\Delta p = 2166.2168 \text{ lb/ft}^2$$

Perhitungan head pompa

Persamaan Bernoulli

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{Z_2 - Z_1 \cdot g}{gc} + \frac{(V_2 - V_1)^2}{2 a \cdot gc} + \Sigma F + W_s = 0$$

(Geankoplis, pers 2.7-28 hal 68)

$$\Delta P = \# \text{ lb/ft}^2$$

$$\Delta Z = 20 \text{ ft}$$

$$\Delta V = 3 \text{ ft/s}$$

$$\frac{2166.2}{93.63} + 6.1 + \frac{8.1988}{64.348} + 4.2021 = - W_s$$

$$- W_s = 33.584 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$H = \frac{- W_s \times gc}{g}$$

$$= 110.26 \text{ ft.lbf/lbm} = 33.612 \text{ m}$$

$$\text{Efisiensi pompa } (\eta) = 0.47 \quad [\text{Timmerhaus, Figure 12-17}]$$

$$\begin{aligned} \text{Bhp} &= \frac{W \times m}{\eta \times 550} \\ &= \frac{34 \times 37.265439}{0.5 \times 550} \\ &= 4.841441 \text{ hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi motor } z &= 0.47 \\ &= \frac{4.8414407}{0.47} \\ &= 10.300938 \text{ hp} \sim 11 \text{ hp} \\ &= 7.6814092 \text{ kW} \end{aligned}$$

Spesifikasi Alat

| | |
|------------------|---|
| Nama | = Pompa Tar |
| Fungsi | = Untuk mengalirkan tar dari decanter ke tangki penyimpanan |
| Type | = <i>Centrifugal pump</i> |
| Kapasitas | = 60979.81 kg/jam |
| Daya pompa | = 11 hp |
| Bahan konstruksi | = <i>Carbon Steel SA 240 Grade M type 316</i> |
| Jumlah | = 1 buah |

12. Pompa Scrubber ke Decanter

Fungsi = Untuk mengalirkan larutan air dari Scrubber to decanter

Type = *Centrifugal pump*

Dasar perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Rate masuk} &= 181168.81 \text{ kg/jam} \\ &= 398571.382 \text{ lb/jam} \\ &= 110.7142728 \text{ lb/s} = \# \text{ gal/min} \\ \rho \text{ campuran} &= 3129.1146 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

2. Friksi pada pipa lurus

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang ekivalen} &= \\
 3 \text{ elbow } 90^\circ &= 30 \\
 L_{eq} &= 3 \times 30 \times 0.17225 \\
 &= 15.5025 \text{ ft} \\
 2 \text{ gate valve} &= 10 \\
 L_{eq} &= 2 \times 10 \times 0.17225 \\
 &= 3.445 \text{ ft} \\
 L_{\text{total}} &= 18.9475 \text{ ft} \\
 \text{Panjang pipa lurus} &= 18.9475 \text{ ft} \\
 &= 5.775198 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk *commercial steel* didapatkan

$$\begin{aligned}
 \varepsilon &= 0.000046 \text{ m} \\
 &= 0.00015092 \text{ ft} \\
 \varepsilon / D &= \frac{0.00015092}{0.17225} \\
 &= 0.000876 \\
 f &= 0.0047 \quad (\text{Figure 2.10-3, Geankoplis 4th edition, hal 94}) \\
 F_f &= \frac{4f \times L \times v^2}{D \times 2gc} \\
 &= 0.03705424 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

3. Friksi karena fitting dan valve

| Jenis | Kf | Jumlah | $\sum Kf$ |
|--------------|------|--------|-----------|
| elbow, 90° | 0.75 | 3 | 2.25 |
| globe valve | 6 | 2 | 12 |
| (Wide open) | | | |
| Total | | | 14.25 |

(Tabel 2.10-2, Geankoplis Hal 100)

$$\begin{aligned}
 h_f &= \frac{\sum Kf \times v^2}{2 \times gc} \\
 &= 0.51066 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total friksi pompa} &= h_c + F_f + h_f \\
 &= 0.63414 + 0.037054 + 0.51066 \\
 &= 1.1819 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan differensial pressure

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 2166.2168 \text{ lb/ft}^2 \\
 P_2 &= 4332.4336 \text{ lb/ft}^2 \\
 \Delta p &= 2166.2168 \text{ lb/ft}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan head pompa =
Persamaan Bernoulli

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{Z_2 - Z_1 \cdot g}{gc} + \frac{(V_2 - V_1)^2}{2 a \cdot gc} + \Sigma F + W_s = 0$$

(Geankoplis, pers 2.7-28 hal 68)

$$\Delta P = 2166.217 \text{ lb/ft}^2$$

$$\Delta Z = 16 \text{ ft}$$

$$\Delta V = 2 \text{ ft/s}$$

$$\frac{2166.2}{3129.1} + 5.1 + \frac{2.306}{64.348} + 1.1819 = - W_s$$

$$- W_s = 7.0086 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$H = \frac{- W_s \times gc}{g}$$

$$= 23.01 \text{ ft.lbf/lbm} = 7.014457 \text{ m}$$

$$\text{Efisiensi pompa } (\eta) = 0.15 \quad [\text{Timmerhaus, Figure 12-17}]$$

$$\text{Bhp} = \frac{W \times m}{\eta \times 550}$$

$$= \frac{7 \times 110.71427}{0.2 \times 550}$$

$$= 9.405422 \text{ hp}$$

$$\text{Efisiensi mot z} = 0.15$$

$$= \frac{9.4054222}{0.15}$$

$$= 62.702814 \text{ hp} \sim \# \text{ hp}$$

$$= 46.757489 \text{ kW}$$

Spesifikasi Alat

Nama = Pompa air

Fungsi = Untuk mengalirkan air menuju ke boiler

Type = *Centrifugal pump*

Kapasitas = 181168.81 kg/jam

Daya pompa = 63 hp

Bahan konstruksi = *Carbon Steel SA 240 Grade M type 316*

Jumlah = 1 buah

13. Pompa Boiler

Fungsi = Untuk mengalirkan larutan air dari boiler ke tangki pemanas

Type = *Centrifugal pump*

Dasar perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Rate masuk} &= 6518.6751 \text{ kg/jam} \\ &= 14341.08522 \text{ lb/jam} \\ &= 3.983634783 \text{ lb/s} = \# \text{ gal/min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ air} &= 62.42 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu \text{ air} &= 0.001 \text{ cp} \\ &= 0.000001 \text{ Pa.s} \end{aligned}$$

$$P_1 = 1 \text{ atm} = 2166.2168 \text{ lb/ft}^2$$

$$\begin{aligned}
P2 &= 2 \text{ atm} = 4332.4336 \text{ lb/ft}^2 \\
Z1 &= 0 \text{ ft} \\
Z2 &= 26.2 \text{ ft} = \# \text{ m} \\
\text{Gravitasi} &= 9.8
\end{aligned}$$

Menghitung *rate* volumetrik

$$\begin{aligned}
Q &= \text{rate masuk} / \rho_{\text{air}} \\
&= 14341.0852 / 62.42 \\
&= 229.751445 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
&= 0.06381985 \text{ ft}^3/\text{s} \\
&= 0.00178696 \text{ m}^3/\text{s} = 6 \text{ m}^3/\text{h}
\end{aligned}$$

Asumsi = aliran turbulents

$$\begin{aligned}
\text{ID optimal} &= 3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,13} \\
&\quad \text{(Peter and Timmerhauss pers. 15 hal 496)} \\
&= 1.93502591 \text{ in}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Standarisasi ID} &= 2 \text{ in sch 40} \\
&\quad \text{(Geankoplis, App A.5-1 hal 996)}
\end{aligned}$$

sehingga dari Geankoplis, App A.5-1 hal 996 diperoleh harga =

$$\begin{aligned}
\text{OD} &= 2.375 \text{ in} = 0.060325 \text{ m} = 0.197917 \text{ ft} \\
\text{ID} &= 2.067 \text{ in} = 0.0525018 \text{ m} = 0.17225 \text{ ft} \\
A &= 0.0233 \text{ ft}^2 = 0.0021646 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V2 &= Q / A \\
&= \frac{0.06382}{0.0233}
\end{aligned}$$

$$= 2.739049 \text{ ft/s}$$

$$\Delta V = 2.739049 \text{ ft/s} = 1 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}
\text{Cek aliran } N_{\text{Re}} &= \frac{\rho D v}{\mu} \\
&= \frac{62.42 \times 0.17225 \times 2.739049}{0.001} \\
&= 29449.832 \text{ (aliran turbulen } > 2100)
\end{aligned}$$

Perhitungan friksi

1. Contraction loss pada tangki keluar

Diketahui luas A1 sangat besar dibandingkan dengan luas pipa maka =

$$A1/A2 = 0$$

$$\alpha = 1$$

$$k_c = 0,55 (1 - (A1/A2)) \quad \text{(Geankoplis edisi 4th, hal 93)}$$

$$k_c = 0.55$$

$$h_c = k_c (v^2/2\alpha) \quad \text{(Geankoplis edisi 4th, hal 93)}$$

$$= 2.0632 \text{ ft.lbf/lbm}$$

2. Friksi pada pipa lurus

$$\text{Panjang ekivalen} =$$

$$3 \text{ elbow } 90^\circ = 30$$

$$\begin{aligned}
 L_{eq} &= 3 \times 30 \times 0.17225 \\
 &= 15.5025 \text{ ft} \\
 2 \text{ gate valve} &= 10 \\
 L_{eq} &= 2 \times 10 \times 0.17225 \\
 &= 3.445 \text{ ft} \\
 L_{total} &= 18.9475 \text{ ft} \\
 \text{Panjang pipa lurus} &= 18.9475 \text{ ft} \\
 &= 5.775198 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk *commercial steel* didapatkan =

$$\begin{aligned}
 \epsilon &= 0.000046 \text{ m} \\
 &= 0.00015092 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \epsilon / D &= \frac{0.00015092}{0.17225} \\
 &= 0.000876
 \end{aligned}$$

$$f = 0.0047 \quad (\text{Figure 2.10-3, Geankoplis 4th edition, hal 94})$$

$$\begin{aligned}
 F_f &= \frac{4f \times L \times v^2}{D \times 2gc} \\
 &= 0.12055498 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

3. Friksi karena fitting dan valve

| Jenis | Kf | Jumlah | $\sum K_f$ |
|----------------------------|------|--------|------------|
| elbow, 90° | 0.75 | 3 | 2.25 |
| globe valve (Wide open) | 6 | 2 | 12 |
| Total | | | 14.25 |

(Tabel 2.10-2, Geankoplis Hal 100)

$$\begin{aligned}
 h_f &= \frac{\sum K_f \times v^2}{2 \times gc} \\
 &= 1.66142 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total friksi pompa} &= h_c + F_f + h_f \\
 &= 2.06316 + 0.120555 + 1.66142 \\
 &= 3.8451 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan differensial pressure

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 2166.2168 \text{ lb/ft}^2 \\
 P_2 &= 4332.4336 \text{ lb/ft}^2 \\
 \Delta p &= 2166.2168 \text{ lb/ft}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan head pompa

Persamaan Bernoulli

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{Z_2 - Z_1 \cdot g}{gc} + \frac{(V_2 - V_1)^2}{2 a \cdot gc} + \Sigma F + W_s = 0$$

(Geankoplis, pers 2.7-28 hal 68)

$$\begin{aligned}
 \Delta P &= 2166.217 \text{ lb/ft}^2 \\
 \Delta Z &= 26 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\Delta V = 3 \text{ ft/s}$$

$$\frac{2166.2}{62.42} + 8.2 + \frac{7.5024}{64.348} + 3.8451 = - W_s$$

$$- W_s = 46.823 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$H = \frac{- W_s \times g_c}{g}$$

$$= 153.72 \text{ ft.lbf/lbm} = 46.86277 \text{ m}$$

Efisiensi pompa (η) = 0.23 [Timmerhaus, Figure 12-17]

$$Bhp = \frac{W \times m}{\eta \times 550}$$

$$= \frac{47 \times 3.9836348}{0.2 \times 550}$$

$$= 1.474523 \text{ hp}$$

Efisiensi motor $z = 0.23$

$$= \frac{1.4745229}{0.23}$$

$$= 6.4109691 \text{ hp} \sim 7 \text{ hp}$$

$$= 4.7806597 \text{ kW}$$

Spesifikasi alat

| | |
|------------------|---|
| Nama | = Pompa air |
| Fungsi | = Untuk mengalirkan air menuju ke boiler |
| Type | = <i>Centrifugal pump</i> |
| Kapasitas | = 6518.6751 kg/jam |
| Daya pompa | = 7 hp |
| Bahan konstruksi | = <i>Carbon Steel SA 240 Grade M type 316</i> |
| Jumlah | = 1 buah |

14. Pompa Quenching

| | |
|--------|--|
| Fungsi | = Untuk mengalirkan larutan air dari boiler ke quenching |
| Type | = <i>Centrifugal pump</i> |

Dasar perhitungan

| | |
|------------|--|
| Rate masuk | = 6518.6751 kg/jam |
| | = 14341.08522 lb/jam |
| | = 3.983634783 lb/s = 38.721 gal/min |
| ρ air | = 62.42 lb/ft ³ |
| | = 1000 kg/m ³ |
| μ air | = 0.001 cp |
| | = 0.000001 Pa.s |
| P1 | = 1 atm = 2166.2168 lb/ft ² |
| P2 | = 2 atm = 4332.4336 lb/ft ² |
| Z1 | = 0 ft |
| Z2 | = 26.2 ft = 8.0 m |
| Gravitasi | = 9.8 |

$$\begin{aligned}
 L \text{ total} &= 18.9475 \text{ ft} \\
 \text{Panjang pipa lurus} &= 18.9475 \text{ ft} \\
 &= 5.775198 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk *commercial steel* didapatkan =

$$\begin{aligned}
 \varepsilon &= 0.000046 \text{ m} \\
 &= 0.00015092 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varepsilon / D &= \frac{0.00015092}{0.17225} \\
 &= 0.000876
 \end{aligned}$$

$$f = 0.0047 \quad (\text{Figure 2.10-3, Geankoplis 4th edition, hal 94})$$

$$\begin{aligned}
 Ff &= \frac{4f \times L \times v^2}{D \times 2gc} \\
 &= 0.12055498 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

3. Friksi karena fitting dan valve

| Jenis | Kf | Jumlah | $\sum Kf$ |
|--------------|------|--------|-----------|
| elbow, 90° | 0.75 | 3 | 2.25 |
| globe valve | 6 | 2 | 12 |
| (Wide open) | | | |
| Total | | | 14.25 |

(Tabel 2.10-2, Geankoplis Hal 100)

$$\begin{aligned}
 hf &= \frac{\sum Kf \times v^2}{2 \times gc} \\
 &= 1.66142 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total friksi pompa} &= hc + Ff + hf \\
 &= 2.06316 + 0.120555 + 1.66142 \\
 &= 3.8451 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan differensial pressure

$$\begin{aligned}
 P1 &= 2166.2168 \text{ lb/ft}^2 \\
 P2 &= 4332.4336 \text{ lb/ft}^2 \\
 \Delta p &= 2166.2168 \text{ lb/ft}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan head pompa

Persamaan Bernoulli

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{Z_2 - Z_1 \cdot g}{gc} + \frac{(V_2 - V_1)^2}{2 a \cdot gc} + \Sigma F + W_s = 0$$

(Geankoplis, pers 2.7-28 hal 68)

$$\Delta P = 2166.217 \text{ lb/ft}^2$$

$$\Delta Z = 26 \text{ ft}$$

$$\Delta V = 3 \text{ ft/s}$$

$$\frac{2166.2}{62.42} + 8.2 + \frac{7.5024}{64.348} + 3.8451 = - W_s$$

$$- W_s = 46.823 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\begin{aligned}
H &= \frac{W_s \times g_c}{g} \\
&= 153.72 \text{ ft.lbf/lbm} = 46.86277 \text{ m} \\
\text{Efisiensi pompa } (\eta) &= 0.23 \quad [\text{Timmerhaus, Figure 12-17}] \\
\text{Bhp} &= \frac{W \times m}{\eta \times 550} \\
&= \frac{47 \times 3.9836348}{0.2 \times 550} \\
&= 1.474523 \text{ hp} \\
\text{Efisiensi motor } z &= 0.23 \\
&= \frac{1.4745229}{0.23} \\
&= 6.4109691 \text{ hp} \sim 7 \text{ hp} \\
&= 4.7806597 \text{ kW}
\end{aligned}$$

Spesifikasi Alat

| | |
|------------------|---|
| Nama | = Pompa air |
| Fungsi | = Untuk mengalirkan air menuju ke boiler |
| Type | = <i>Centrifugal pump</i> |
| Kapasitas | = 6518.6751 kg/jam |
| Daya pompa | = 7 hp |
| Bahan konstruksi | = <i>Carbon Steel SA 240 Grade M type 316</i> |
| Jumlah | = 1 buah |

15. Gudang Batu Bara

Fungsi = Sebagai tempat penampungan bahan baku batu bara
Feed rate = 438,182.95 kg/jam = 2,629,098 kg/hari
Residence Time = 3 hari
Jumlah = 1
Kapasitas = 7,887,293.10 kg

Densitas Batu Bara Masuk :

| Bahan Baku | Massa | ρ (kg/m ³) | Volume (m ³) |
|------------|--------------|-----------------------------|--------------------------|
| Batu Bara | 7,887,293.10 | 1,500 | 5,258.20 |
| Total | 7,887,293.10 | | 5,258.20 |

$$\begin{aligned}\rho \text{ batu bara} &= \frac{7,887,293.10}{5,258.20} = 1,500.00 \text{ kg/m}^3 \\ &= 93.00 \text{ lb/ft}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume bahan baku} &= 5,258.20 \text{ m}^3 \\ \text{Volume bahan baku} &= 50\% \times \text{Volume Total} \\ \text{Volume total} &= \frac{\text{Volume bahan baku}}{50\%} \\ &= \frac{5,258.20}{50\%} \\ &= 10,516.39 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Spesifikasi Gudang Batu Bara :

Jenis Atap = Prisma Segi Empat
Jenis Material Penyangga = Besi *Wide Flange*
Jenis Material Atap = Galvalum
Jenis Material Dinding = Beton
Kapasitas = 7,887,293 kg
Jumlah = 1 buah
Panjang Storage = 32.5 m
Tinggi Storage = 10.0 m
Lebar Storage = 32.5 m
Tebal Dinding = 0.1 m

16. Gudang Semi Kokas

Fungsi = Sebagai tempat penampungan produk semi kokas
Feed rate = 121,212.12 kg/jam = 727,272.72 kg/hari
Residence Time = 3 hari
Jumlah = 1
Kapasitas = 2,181,818.16 kg

Densitas Produk Semi Kokas :

| Produk | Massa | ρ (kg/m ³) | Volume (m ³) |
|------------|--------------|-----------------------------|--------------------------|
| Semi Kokas | 2,181,818.16 | 1,600 | 1,363.64 |
| Total | 2,181,818.16 | | 1,363.64 |

$$\rho \text{ Semi Kokas} = \frac{2,181,818.16}{1,363.64} = 1,600.00 \text{ kg/m}^3$$

$$= 99.20 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Volume Semi Kokas} = 1,363.64 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Semi Kokas} = 75\% \times \text{Volume Total}$$

$$\text{Volume total} = \frac{\text{Volume Semi Kokas}}{50\%}$$

$$= \frac{1,363.64}{50\%}$$

$$= 2,727.27 \text{ m}^3$$

Spesifikasi Gudang Semi Kokas :

Jenis Atap = Prisma Segi Empat

Jenis Material Penyangga = Besi *Wide Flange*

Jenis Material Atap = Galvalum

Jenis Material Dinding = Beton

Kapasitas = 2,181,818 kg

Jumlah = 1 buah

Panjang Storage = 18.0 m

Tinggi Storage = 10.0 m

Lebar Storage = 16.0 m

Tebal Dinding = 0.1 m

17. Tangki Penampung TAR

Fungsi : untuk menampung TAR dari Tar Scrubber menuju Decanter

Diketahui :

$$\text{Massa TAR} = 87441.64 \text{ kg/jam}$$

$$\rho \text{ TAR} = 1200 \text{ kg/m}^3$$

$$P = 3 \text{ atm}$$

$$= 44.088 \text{ psia}$$

Mencari Volume Tangki

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{87441.64}{1200} = 72.86803 \text{ m}^3 \sim 2573.3 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume Liquid} = 0.8 \times \text{Volume Tangki}$$

$$\text{Volume Tangki} = \frac{\text{Volume Liquid}}{0.8}$$

$$\text{Volume Tangki} = 3216.62 \text{ ft}^3$$

Mencari Diameter Tangki

Volume bagian silinder tangki :

$$V_2 = \frac{\pi}{24} \times \text{ID}^2 \times \text{Ls}$$

$$V_2 = \frac{\pi}{24} \times ID^2 \times 1.5 \times ID$$

$$V_2 = \frac{3.14}{24} \times ID^3 \times 1.5$$

$$V_2 = 0.1963 \times ID^3$$

Volume tutup atas tangki :

$$V_3 = 0.0847 \times ID^3$$

$$\text{Volume Tangki} = V_2 + V_3$$

$$3216.620464 = 0.1963 \times d^3 + 0.0847 \times d^3$$

$$3216.620464 = d^3 (0.1963 + 0.0847)$$

$$3216.620464 = d^3 \times 0.281$$

$$d^3 = \frac{3216.620464}{0.28095}$$

$$d^3 = 11,449.085$$

$$d = 22.538 \text{ ft} \sim 270 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 168 \text{ in}$$

$$= 14 \text{ ft}$$

Mencari Tinggi Tutup Atas

Tutup atas berbentuk : *Dished Head*

$$h_a = 0.169 \times d$$

$$h_a = 0.169 \times 14$$

$$h_a = 2.366 \text{ ft} = 28.392 \text{ in}$$

Menghitung tinggi larutan silinder (Hls)

$$V_l = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H_{ls}$$

$$H_{ls} = \frac{4}{\pi} \times \frac{V_l}{D^2}$$

$$= \frac{4}{3.1} \times \frac{2573.296}{196}$$

$$= 16.725 \text{ ft} = 200.699054 \text{ in}$$

$$= 5.098 \text{ m}$$

Menghitung tinggi larutan dalam tangki (HI)

$$H_I = H_{ls}$$

$$= 16.725 \text{ ft}$$

$$= 200.699 \text{ in}$$

$$= 5.097766 \text{ m}$$

Menghitung tekanan desain

tekanan desain tangki adalah jumlah dari tekanan operasi dan tekanan parsial bahan

$$P_{\text{bahan}} = \rho_{\text{bahan}} \times g \times H_I$$

$$= 1200.000 \times 9.8 \times 5.098$$

$$\begin{aligned}
 &= 59949.73 \text{ N/m}^2 = 8.69496982 \text{ psia} \\
 P \text{ operasi} &= 3 \text{ atm} = 44.088 \text{ psia} \\
 P \text{ desain} &= P \text{ bahan} + P \text{ operasi} \\
 &= 8.695 + 44.088 \\
 &= 52.783 \text{ psia}
 \end{aligned}$$

Mencari Tinggi Silinder

$$\begin{aligned}
 L_s &= 1.5 \times d \\
 L_s &= 1.5 \times 14 \\
 L_s &= 21 \text{ ft} = 252 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_o &= 14.0 \text{ ft} \times 12 = 168 \text{ in} \\
 E &= 0.8 \text{ Double welded but joint} \quad (\text{Kusnarjo, hal 14}) \\
 \text{Bahan} &= \text{SA 240 M Type 316} \\
 f &= 18750 \text{ (pada suhu 30-180 C)} \quad (\text{Kusnarjo, hal 15}) \\
 C &= 1/16 = 0.0625 \text{ in} \quad (\text{Kusnarjo, hal 16}) \\
 P_i &= 44.088 \text{ psia} \\
 r &= 144 \quad (\text{Brownell, hal 91}) \\
 i_{cr} &= 1.25 \quad (\text{Brownell, hal 91})
 \end{aligned}$$

Mencari Tebal Silinder

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{P_i \times d_o}{2 \times (f \times E - 0.1 \times P_i)} + C \\
 t_s &= \frac{52.783 \times 168}{2 \times (18750 \times 0.8 - 0.1 \times 52.783)} + 0.0625 \\
 t_s &= \frac{8867.5}{29958} + 0.0625 \\
 t_s &= 0.358501 \sim 1/2 \text{ in} \quad (\text{Kusnarjo, hal 15}) \\
 &= 1/2 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Mencari Tebal Tutup Atas

Tutup atas : *Dished Head* (Kusnarjo, hal 19)

$$\begin{aligned}
 t_{ha} &= \frac{0.885 \times P_i \times r}{2 \times (f \times E - 0.1 \times P_i)} + C \\
 t_{ha} &= \frac{0.885 \times 52.783 \times 144}{2 \times (18750 \times 0.8 - 0.1 \times 52.783)} + C \\
 t_{ha} &= \frac{6726.7}{29989} \\
 t_{ha} &= 0.224301 \\
 &= 0.25 \sim \frac{4}{16} \text{ in} \quad (\text{Kusnarjo, hal 15})
 \end{aligned}$$

Menghitung tinggi tangki dengan memperhitungkan tebal bejana

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi total tangki} &= L_s + h_a \\
 &= 252 + 28.392 \\
 &= 280.392 \text{ in} = 23.366 \text{ ft} \\
 &= 7.12197104 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Spesifikasi penampung tar

| | | |
|------------------|---|--------|
| Kapasitas | 87,441.64 | kg/jam |
| Bentuk | silinder | |
| Bahan | <i>carbon steel SA-240 Grade M Type 316</i> | |
| Jenis tutup atas | Tutup atas <i>Dished head</i> | |
| Jumlah | 1 | buah |

Dimensi silinder :

| | | | | |
|------------------------------|-----|----|--------|---|
| <i>Outside</i> diameter (OD) | 168 | in | 4.2672 | m |
| Tinggi (Ls) | 252 | in | 6.4008 | m |
| Tebal (Ts) | 0.5 | in | 0.0127 | m |

Dimensi tutup atas :

| | | | | |
|-------------|--------|----|-----------|---|
| Tinggi (ha) | 28.392 | in | 0.7211568 | m |
| Tebal (tha) | 4 | in | 0.1016 | m |

4. Tangki Penampung TAR

Fungsi : untuk menampung TAR setelah melewati decanter

Diketahui :

| | | | |
|------------|---|----------|-------------------|
| Massa TAR | = | 60979.81 | kg/jam |
| ρ TAR | = | 1200 | kg/m ³ |
| P | = | 3 | atm |
| | = | 44.088 | psia |

Mencari Volume Tangki

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{60979.81}{1200} = 50.81651 \text{ m}^3 \sim 1794.6 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume Liquid} = 0.8 \times \text{Volume Tangki}$$

$$\text{Volume Tangki} = \frac{\text{Volume Liquid}}{0.8}$$

$$\text{Volume Tangki} = 2243.198 \text{ ft}^3$$

Mencari Diameter Tangki

Volume bagian silinder tangki :

$$V_2 = \frac{\pi}{24} \times \text{ID}^2 \times \text{Ls}$$

$$V_2 = \frac{\pi}{24} \times \text{ID}^2 \times 1.5 \text{ ID}$$

$$V_2 = \frac{3.14}{24} \times \text{ID}^3 \times 1.5$$

$$V_2 = 0.1963 \times \text{ID}^3$$

Volume tutup atas tangki :

$$V_3 = 0.0847 \times \text{ID}^3$$

$$\text{Volume Tangki} = V_2 + V_3$$

$$\begin{aligned}
d_o &= 14.0 \text{ ft} \times 12 = 168 \text{ in} \\
E &= 0.8 \text{ Double welded but joint} \quad (\text{Kusnarjo, hal 14}) \\
\text{Bahan} &= \text{SA 240 M Type 316} \\
f &= 18750 \text{ (pada suhu 30-180 C)} \quad (\text{Kusnarjo, hal 15}) \\
C &= 1/16 = 0.0625 \text{ in} \quad (\text{Kusnarjo, hal 16}) \\
P_i &= 44.088 \text{ psia} \\
r &= 144 \quad (\text{Brownell, hal 91}) \\
i_{cr} &= 1.25 \quad (\text{Brownell, hal 91})
\end{aligned}$$

Mencari Tebal Silinder

$$\begin{aligned}
t_s &= \frac{P_i \times d_o}{2 \times (f \times E - 0.4 \times P_i)} + C \\
t_s &= \frac{50.152 \times 168}{2 \times (18750 \times 0.8 - 0.4 \times 50.152)} + 0.0625 \\
t_s &= \frac{8425.5}{29960} + 0.0625 \\
t_s &= 0.343725 \sim 1/2 \text{ in} \quad (\text{Kusnarjo, hal 15}) \\
&= 1/2 \text{ in}
\end{aligned}$$

Mencari Tebal Tutup Atas

Tutup atas : *Dished Head* (Kusnarjo, hal 19)

$$\begin{aligned}
t_{ha} &= \frac{0.885 \times P_i \times r}{2 \times (f \times E - 0.1 \times P_i)} + C \\
t_{ha} &= \frac{0.885 \times 50.152 \times 144}{2 \times (18750 \times 0.8 - 0.1 \times 50.152)} + C \\
t_{ha} &= \frac{6391.3}{29990} \\
t_{ha} &= 0.213116 \\
&= 0.25 \sim \frac{4}{16} \text{ in} \quad (\text{Kusnarjo, hal 15})
\end{aligned}$$

Menghitung tinggi tangki dengan memperhitungkan tebal bejana

$$\begin{aligned}
\text{Tinggi total tangki} &= L_s + h_a \\
&= 252 + 28.392 \\
&= 280.392 \text{ in} \quad 23.366 \text{ ft} \\
&= 7.12197104 \text{ m}
\end{aligned}$$

Spesifikasi penampung tar

Kapasitas 60,979.81 kg/jam
 Bentuk silinder
 Bahan *carbon steel SA-240 Grade M Type 316*
 Jenis tutup atas Tutup atas *Dished head*
 Jumlah 1 buah

Dimensi silinder :

| | | | | |
|-----------------------|-----|----|--------|---|
| Outside diameter (OD) | 168 | in | 4.2672 | m |
| Tinggi (Ls) | 252 | in | 6.4008 | m |
| Tebal (Ts) | 0.5 | in | 0.0127 | m |

Dimensi tutup atas :

| | | | | |
|-------------|--------|----|-----------|---|
| Tinggi (ha) | 28.392 | in | 0.7211568 | m |
| Tebal (tha) | 4 | in | 0.1016 | m |

LAMPIRAN L

PERHITUNGAN UTILITAS

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu proses utama yang ada dalam pabrik ini, sehingga kapasitas produksi dapat dicapai sesuai dengan yang diinginkan. Adapun utilitas dalam pabrik Semi kokas ini meliputi 3 unit, antara lain :

1. Unit penyediaan air
2. Unit pembangkit tenaga listrik
3. Unit penyediaan steam

1 Unit Penyediaan Air

Air merupakan bahan yang paling banyak digunakan pada unit utilitas, baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Untuk alasan ini maka jumlah dan syarat air harus dipenuhi. Untuk keperluan pabrik Semi kokas ini, direncanakan air akan diambil dari air waduk. Adapun kebutuhan air ini meliputi :

- 1 Air sanitasi
- 2 Air Proses

1. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi, mencuci, mandi, memasak, laborato - rium, perkantoran dan lain-lain. Adapun syarat air sanitasi, meliputi :

a. Syarat fisik :

- Suhu di bawah suhu udara
- Warna jernih
- Tidak berasa
- Tidak berbau
- Kekeruhan SiO_2 tidak lebih dari 1 mg / liter

b. Syarat kimia :

- pH = 6,5 - 8,5
- Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti PO_4 , Hg, Cu dan sebagainya

c. Syarat bakteriologi :

- Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen
- Bakteri E. coli kurang dari 1/ 100 ml

Untuk memenuhi persyaratan tersebut maka setelah proses penjernihan, air harus diberi desinfektan seperti chlor cair atau kaporit.

Adapun kebutuhan air sanitasi meliputi :

a. Kebutuhan karyawan

Untuk keperluan sanitasi ini dibutuhkan air sebanyak

kebutuhan air sanitasi adalah : 0 m^3 / hari per karyawan sehingga

Untuk 200 karyawan = 20 m^3 / hari

$$= 20 \times 997 \text{ kg/m}^3$$

$$= 19,942 \text{ kg/jam}$$

b. Laboratorium

Air untuk kebutuhan laboratorium diperk 20% dari kebutuhan karyawan, maka :

$$= 20\% \times 19,942$$

$$= 3988 \text{ kg/jam}$$

$$= 96 \text{ m}^3/\text{hari}$$

c. Pemadam kebakaran

Untuk keperluan pemadam kebakaran dan cadangan air diperlukan 40% excess air, dari total kebutuhan air sanitasi :

$$= 1.4 \times 19,942 + 3988$$

$$= 33502 \text{ kg/jam}$$

$$= 806.4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Air Proses

Air proses merupakan air yang berkontak langsung dengan bahan-bahan dalam proses. Karena itu air proses memiliki syarat sebagai berikut :

- Kesadahan (Hardness) rendah
- Bebas mikroorganisme agar tidak mengganggu proses fermentasi
- Bebas mineral tertentu (aquades)

$$\rho \text{ air } 30^\circ\text{C} = 997 \text{ kg/m}^3$$

| No | Alat | Kode Alat | Rate air |
|-------|-----------------------|-----------|-------------|
| | | | (kg/jam) |
| 1 | Tanki penyimpanan H2O | | 19880.19712 |
| Total | | | 19880.19712 |

$$\text{Air proses yang dibutuhkan sebesar} = 19880.19712 \text{ kg/jam}$$

$$= 477124.731 \text{ kg/hari}$$

Cadangan untuk air proses sebesar 15 % dari kebutuhan air proses :

$$\text{Cadangan air} = 0.15 \times 477124.731 = 71569$$

$$\text{Total kebutuhan air prose} = 477125 + 71569$$

$$= 548693 \text{ kg/hari}$$

$$= 550 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Unit Penyediaan Steam

Boiler

1. Spray Quenching

Fungsi menghasilkan uap untuk keperluan pada alat proses

$$\text{Jumlah steam yang harus disediakan oleh boiler} = 43828.28018 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Temperatur steam yang dikehendaki} = 120 \text{ }^\circ\text{C} = 248 \text{ }^\circ\text{F}$$

Asumsi liquid masuk ke boiler pada suhu = 30 °C = 86 °F
 Dari steam tabel, *Kern* hal 816

$$h_f = 272.41 \text{ btu / lb}$$

$$h_v = 1180.38 \text{ btu / lb}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor evaporasi} &= \frac{h_v - h_f}{970.3} \quad (\text{Severn, pers 173}) \\ &= \frac{1180.38 - 272.41}{970.3} \\ &= 0.935762 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang dibutuhkan} &= \text{equivalen evaporasi} \\ &= \frac{ms (h - h_f)}{970.3} \end{aligned}$$

dimana :

$$ms = \text{massa steam yang dihasilkan oleh boiler (lb/jam)}$$

$$h = \text{enthalpy steam (Btu/lb)}$$

$$h_f = \text{enthalpy liquid (Btu/lb)}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang dibutuhkan} &= 43828.2802 \text{ lb / jam} \quad \times \quad 0.935762 \\ &= 41012.8391 \text{ lb / jam} \end{aligned}$$

Suhu campuran air kondensat dan air baru untuk feed water boiler :

Neraca massa : panas masuk = panas keluar

$$\begin{aligned} \text{Boiler Horse Power} &= \frac{ms (h - h_f)}{970.3 \times 34.5} \quad (\text{Severn, pers 172}) \\ &= 43828 \left(\frac{1180.4 - 272.41}{970.3 \times 34.5} \right) \\ &= 150.56 \text{ Hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Power} &= \text{Hp} \times 0.75 \\ &= 112.92 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Kapasitas boiler :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{ms (h_l - h_f)}{100} \quad (\text{Severn, pers 171}) \\ &= 43828 \left(\frac{1180.4 - 272.41}{100} \right) \\ &= 397947.6356 \text{ Btu / jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar :

$$M_f = \frac{ms (h_l - h_f)}{\text{lb} \times F} \quad (\text{Severn, pers 175})$$

dengan :

$$\text{lb} = \text{Effisiensi boiler (\%)}$$

- = ditetapkan 80 % (*Perry ed 3th*)
- F = nilai panas dari bahan bakar
- = Dipakai fuel oil dengan nilai panas 18500 Btu/lb
(*Perry ed 3th*, hal 16-29)
- M_f = massa total dari bahan bakar (lb / jam)

Maka :

$$M_f = \frac{43828 \times (1180.4 - 272.41)}{0.8 \times 18500}$$

$$= 2688.835375 \text{ lb / jam}$$

Luas perpindahan panas :

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 Hp boiler} &= 10 \text{ ft}^2 && (\text{Severn, hal 140}) \\ \text{Total luas perpindahan panas} &= 150.5555782 \text{ Hp} \times 10 \text{ ft}^2 / \text{Hp} \\ &= 1505.555782 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

2. Heater Tank

Fun menghasilkan uap untuk keperluan pada alat proses

$$\begin{aligned} Q \text{ steam} &= 43,525 \text{ kJ/jam} \\ C_p &= 4.24 \text{ kJ/(kg.K)} \\ \text{delta T} &= 95 \\ m \text{ steam} &= 108.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah steam yang harus disediakan oleh boiler} &= 238.264 \text{ lb / jam} \\ \text{Temperatur steam yang dikehendaki} &= 120 \text{ }^\circ\text{C} = 248 \text{ }^\circ\text{F} \\ \text{Asumsi liquid masuk ke boiler pada suhu} &= 30 \text{ }^\circ\text{C} = 86 \text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Dari steam tabel, *Kern* hal 816

$$\begin{aligned} h_f &= 272.41 \text{ btu / lb} \\ h_v &= 1180.38 \text{ btu / lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor evaporasi} &= \frac{h_v - h_f}{970.3} \quad (\text{Severn, pers 173}) \\ &= \frac{1180.38 - 272.41}{970.3} \\ &= 0.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang dibutuhkan} &= \text{equivalen evaporasi} \\ &= \frac{ms (h - h_f)}{970.3} \end{aligned}$$

dimana :

- ms = massa steam yang dihasilkan oleh boiler (lb/jam)
- h = entalphy steam (Btu/lb)
- h_f = entalphy liquid (Btu/lb)

$$\begin{aligned} \text{Air yang dibutuhkan} &= 238.263716 \text{ lb / jam} \quad \times \quad 0.94 \\ &= 222.958132 \text{ lb / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dianggap air yang dapat dikembalikan} &= 70\% \\ &= 0.7 \times 222.9581319 \text{ lb / jam} \\ &= 156.070692 \text{ lb / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi air baru yang ditambahkan (make up power)} & \\ &= (222.9581319 - 156.0706923) \text{ lb / jam} \\ &= 66.88743956 \text{ lb / jam} \end{aligned}$$

Suhu campuran air kondensat dan air baru untuk feed water boiler :

Neraca massa : panas masuk = panas keluar

$$\begin{aligned} \text{Boiler Horse Power} &= \frac{ms (h - h_f)}{970,3 \times 34,5} \quad (\text{Severn, pers 172}) \\ &= 238.26 \left(\frac{1180.4 - 272.41}{970.3 \times 34.5} \right) \\ &= 0.8185 \text{ Hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Power} &= \text{Hp} \times 0.75 \\ &= 0.6138 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Kapasitas boiler :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{ms (h_1 - h_f)}{100} \quad (\text{Severn, pers 171}) \\ &= 238.26 \left(\frac{1180.4 - 272.41}{100} \right) \\ &= 2163.363067 \text{ Btu / jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar :

$$M_f = \frac{ms (h_1 - h_f)}{\text{lb} \times F} \quad (\text{Severn, pers 175})$$

dengan :

$$\begin{aligned} \text{lb} &= \text{Effisiensi boiler (\%)} \\ &= \text{ditetapkan } 80 \% \text{ (Perry ed } 3^{\text{th}}) \\ F &= \text{nilai panas dari bahan bakar} \\ &= \text{Dipakai fuel oil dengan nilai panas } 18500 \text{ Btu/lb} \\ &\text{(Perry ed } 3^{\text{th}}, \text{ hal 16-29)} \end{aligned}$$

$$M_f = \text{massa total dari bahan bakar (lb / jam)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} M_f &= \frac{238.26 \times (1180.4 - 272.41)}{0.8 \times 18500} \\ &= 14.61731802 \text{ lb / jam} \end{aligned}$$

Luas perpindahan panas :

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 Hp boiler} &= 10 \text{ ft}^2 && (\text{Severn, hal 140}) \\ \text{Total luas perpindahan panas} &= 0.818465417 \text{ Hp} \times 10 \text{ ft}^2 / \text{Hp} \\ &= 8.184654166 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

| SPESIFIKASI BOILER | |
|------------------------|--|
| Fungsi | = Menghasilkan uap untuk keperluan pada alat-alat proses |
| Type | = Fire tube boiler |
| Luas perpindahan panas | = 1505.55578 ft ² |
| Kapasitas | = 397947.636 Btu / jam |
| Rate steam | = 43828.2802 lb / jam |
| Rate feed water | = 41235.7973 lb / jam |
| Bahan bakar | = 2703.45269 lb / jam |
| Effisiensi | = 80% |
| Power | = 113.530533 kWh |
| Jumlah | = 1 buah |

3 Unit Penyediaan Tenaga Listrik

1. Kebutuhan Listrik Untuk Proses

Tabel VI.3 Kebutuhan listrik untuk Proses

| No | Nama alat | Jumlah | Daya (HP) | Daya (KW) |
|--------------|-------------------|--------|----------------|----------------|
| 1 | Kompresor | 1 | 263.18 | 193.567 |
| 2 | Pompa | 2 | 14 | 10.297 |
| 3 | Pompa | 1 | 63 | 46.336 |
| 4 | Pompa | 1 | 11 | 8.090 |
| 5 | Pompa | 1 | 14 | 10.297 |
| 6 | Pompa | 1 | 8 | 5.884 |
| 7 | Screw conveyor | 2 | 6 | 4.413 |
| 8 | Belt Conveyor | 1 | 1.63 | 1.199 |
| 10 | Belt Conveyor | 1 | 6.06 | 4.457 |
| 11 | Belt Conveyor | 1 | 0.58 | 0.427 |
| 12 | Belt Conveyor | 1 | 0.58 | 0.427 |
| 13 | Bucket Elevator | 3 | 60 | 44.129 |
| 14 | Boiler | 1 | 154.36 | 113.53053 |
| 15 | Rotary Dryer | 1 | 7.4 | 5.442626 |
| 16 | Double Roll Mixer | 1 | 14.235 | 10.47 |
| 17 | Jaw crusher | 1 | 35 | 25.74215 |
| 18 | Gyratory Crusher | 1 | 200 | 147.1 |
| 19 | Briquetting | 7 | 1256.3 | 924.0 |
| Total | | 19 | 1736.2 | 1276.9 |

2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan

Tabel VI.4 Kebutuhan listrik untuk Penerangan

| No | Lokasi | Banyaknya | Daya |
|-------|------------------|-----------|--------|
| | | Lampu | (watt) |
| 1 | Klinik | 7 | 280 |
| 2 | Mushola | 8 | 320 |
| 3 | Toilet | 6 | 240 |
| 4 | Kantin | 10 | 400 |
| 5 | Kantor | 50 | 2000 |
| 6 | Ruang kontrol | 20 | 800 |
| 7 | Laboratorium | 15 | 600 |
| 8 | Unit Utilitas | 30 | 1200 |
| 9 | Ruang proses | 40 | 1600 |
| 10 | pos satpam | 10 | 400 |
| 11 | parkir mobil | 18 | 720 |
| 12 | parkir motor | 10 | 400 |
| 13 | jalan dan taman | 35 | 1400 |
| 14 | daerah perluasan | 9 | 360 |
| 16 | Ruang pertemuan | 10 | 400 |
| 17 | Perpustakaan | 7 | 280 |
| 19 | Gudang | 10 | 400 |
| 20 | ATM Center | 4 | 160 |
| Total | | | 11960 |

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik untuk penerangan} &= 11960 \text{ watt} \\ &= 11.96 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga listrik per KWh di Indonesia (Timmerhaus)} &= \text{Rp } 1911 \\ \text{Total hari kerja di pabrik} &= 330 \text{ hari} \\ \text{Total hari kerja di kantor} &= 365 \text{ hari} \\ \text{1 hari} &= 24 \text{ jam} \end{aligned}$$

Biaya Utilitas

$$\begin{aligned} 1. \text{ Biaya kebutuhan listrik untuk proses} &= \text{Rp } 19326364601 \\ 2. \text{ Biaya kebutuhan listrik untuk penerangan} &= \text{Rp } 200214705.6 \\ \text{TOTAL} &= \text{Rp } 19526579307 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

Tangki Air Sanitasi

Fungsi menampung air bersih untuk keperluan sanitasi dan tempat penambahan desinfektan (kaporit)

$$\begin{aligned} \text{Rate air} &= 138 \text{ m}^3/\text{jam} \times \frac{1}{0.02832} \\ &= 4863.34746 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 137.714659 \text{ cuft/mnt} \\
&= 1030.17712 \text{ qpm} \\
&= 2.2952439 \text{ cuft/dtk}
\end{aligned}$$

Waktu tinggal = 4 jam

Rate air = 4863 m³ / hari
= 202.63948 m³/jam
= 7156.1463 cuft / jam
= 119.2691 cuft / min
= 1.9878184 cuft / det
= 892.19492 gpm

Faktor keamanan = 20%

Volume tangki = 1.2 x 202.639477 m³/jam x 4 jam
= 972.7 m³

Tangki berbentuk silinder dengan:

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot H, \text{ asumsi } H = D$$

$$972.6694915 = \frac{\pi}{4} D^3$$

$$D = 10.740683 \text{ m}$$

$$H = 10.740683 \text{ m}$$

Jumlah kaporit yang harus ditambahkan = 0.3 mg / ltr
(Kirk and Othmer Vol.14, hal 958)

Kebutuhan kaporit setiap hari :

$$\begin{aligned}
&= 202.63948 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \text{ jam} \\
&= 4863 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Jumlah kaporit yang harus ditambahkan setiap hari

$$\begin{aligned}
&= 0.3 \text{ mg / ltr} \times 4863.3475 \text{ m}^3 \times 1000 \\
&= 1459004.2 \text{ mg} = 1459.004237 \text{ g}
\end{aligned}$$

Spesifikasi

Fungsi = Menampung air bersih dan tempat menambahkan desinfektan

Bentuk = silinder

Diameter = 10.740683 m

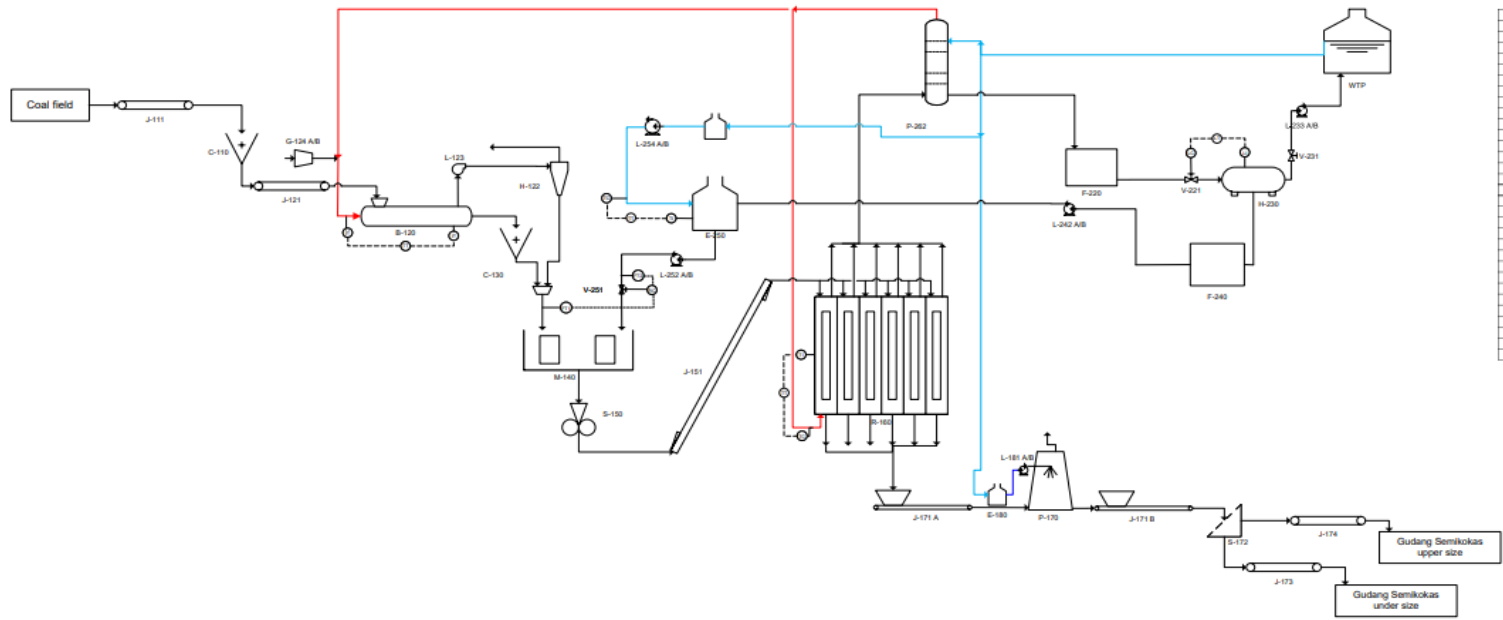
Tinggi = 10.740683 m

Jumlah kaporit = 1459.00424 g

Bahan = Carbon steel

Jumlah = 1 buah

LAMPIRAN M P&ID



| | | |
|----|-----------|---------------------------|
| 1 | C-110 | Grizzly Crusher |
| 2 | B-130 | Rotary Dryer |
| 3 | C-130 | Jaw Crusher |
| 4 | M-140 | Double Roll Milling |
| 5 | S-150 | Double Roll Biquetting |
| 6 | P-160 | Coke Oven Battery |
| 7 | J-171 A/B | Car Quenching |
| 8 | P-170 | Quenching Tower |
| 9 | S-172 | Screener |
| 10 | H-122 | Cyclone |
| 11 | H-230 | Decanter |
| 12 | E-240 | Heater |
| 13 | E-254 | Heat Exchanger |
| 14 | E-250 | Pemanas Tar |
| 15 | D-262 | Tar Scrubber |
| 16 | G-124 A/B | Blower |
| 17 | L-122 | Fan |
| 18 | F-220 | Pemanggang Tar |
| 19 | F-240 | Pemanggang Tar |
| 20 | J-111 | Belt Conveyor Batubara |
| 21 | J-121 | Belt Conveyor Batubara |
| 22 | J-131 | Loading Conveyor Batubara |
| 23 | J-173 | Belt Conveyor Semu Kukas |
| 24 | J-174 | Belt Conveyor Semu Kukas |
| 25 | V-201 | Control Valve |
| 26 | V-202 | Control Valve |
| 27 | V-203 | Control Valve |
| 28 | L-281 | Pompa Centrifugal |
| 29 | L-251 A/B | Pompa Centrifugal |
| 30 | L-242 A/B | Pompa Tar |
| 31 | L-252 A/B | Pompa Centrifugal |
| 32 | L-264 A/B | Pompa Centrifugal |

| Keterangan Huruf Indonesia | |
|----------------------------|---------------------------|
| Indikator | Keterangan |
| TI | Suhu/temperatur Indikator |
| TT | Temperatur Transmitter |
| TC | Temperatur Controller |
| FTI | Flow Transmitter I |
| FTZ | Flow Transmitter Z |
| FC | Ratio Controller |
| LI | Level Indikator |
| LT | Level Transmitter |
| LC | Level Controller |

| Keterangan Garis | |
|------------------|-----------------|
| — | Kawat |
| — | Pipa/tegas |
| — | Saluran Air |
| — | Saluran Gas |
| — | Saluran Listrik |
| — | Saluran Udara |
| — | Saluran Lainnya |

| | |
|---|-------------------|
| — | Saluran Pendingin |
| — | Saluran Pemanas |

PTA DAN PABRIK BATU BAKAR DAN PROSES
KARABANGSA BATUBARA

PTA
KARABANGSA

LAMPIRAN N

PERHITUNGAN JUMLAH KARYAWAN

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pabrik} &= 960,000.00 \text{ ton/tahun} \\ &= 2909.091 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan Grafik 10.4 hal. 139 (Kusnarjo) diperoleh nilai $N = 135$ (Poin 1) (kapasitas)

$$\begin{aligned} M &= 135 \text{ orang jam/hari.tahapan proses} \\ \text{Karyawan Proses} &= 135 \text{ orang jam/hari.tahapar} \times \text{tahapan proses} \\ \text{Karyawan Proses} &= 135 \times 9 \\ &= 1215 \text{ orang jam/hari} \end{aligned}$$

Karena jumlah shift ada 3 dan karyawan shift bekerja selama 8 jam/hari maka :

$$\text{jumlah karyawan proses} = 1215 \frac{\text{orang jam}}{\text{hari}} \times \frac{1}{3 \text{ shift/hari}} \times \frac{1}{8 \text{ jam}}$$

$$\begin{aligned} \text{jumlah karyawan proses} &= 50.6 \\ &= 51 \text{ orang} \end{aligned}$$

Karyawan langsung terdiri dari 4 regu yang berjumlah :

$$51 \text{ orang/regu} \times 4 \text{ regu} = 204 \text{ orang}$$

| No | Jabatan | Non Shift | Shift |
|----|------------------------------|-----------|-------|
| 1 | Dewan Komisaris | 1 | - |
| 2 | Direktur Utama | 1 | - |
| 3 | Direktur Teknik dan Produksi | 1 | - |
| 4 | Direktur Keuangan dan Umum | 1 | - |
| 5 | Sekretaris Perusahaan | 3 | - |
| 6 | Kepala Bagian | | |
| | Proses dan Utilitas | 1 | - |
| | Quality Control | 1 | - |
| | Penelitian dan Pengembangan | 1 | - |
| | Keuangan | 1 | - |
| | Sumber Daya Manusia | 1 | - |
| | Keamanan dan Umum | 1 | - |
| | Pemasaran | 1 | - |
| 7 | Supervisor | | |
| | Proses | 1 | - |
| | Bahan Baku dan Produk | 1 | - |
| | Utilitas | 1 | - |
| | Quality Control | 1 | - |
| 8 | Kepala Seksi | | |
| | Penjualan | 1 | - |
| | Pembukuan | 1 | - |
| | Pengelolaan Dana | 1 | - |
| | Personalia | 1 | - |
| | Umum | 1 | - |
| | Keamanan | 1 | - |
| 9 | Karyawan | | |

| | | |
|-------------------------------|-----|-----|
| Proses dan Utilitas | - | 80 |
| Quality Control | - | 40 |
| Penelitian Pengembangan | - | 20 |
| Keuangan dan Pemasaran | 4 | - |
| Administrasi | 4 | - |
| Keamanan dan Umum | - | 12 |
| Kesehatan dan Ketenagakerjaan | 4 | - |
| Karyawan Tidak Tetap | - | 16 |
| Jumlah | 36 | 168 |
| Total Karyawan | 204 | |

| Diketahui | | |
|-----------------------|---------|------------|
| Kapasitas Produksi | 960,000 | ton/tahun |
| Jumlah Langkah Proses | 9 | langkah |
| Lama Kerja Pabrik | 330 | hari/tahun |
| Jam Kerja Pabrik | 24 | jam/hari |

LAMPIRAN O
PERHITUNGAN GAJI KARYAWAN

| No | Jabatan | Gaji/bulan (Rp) | Jumlah | Jumlah (Rp) |
|----------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|--------------------|
| 1 | Dewan Komisaris | 31,185,000.00 | 1 | 31,185,000.00 |
| 2 | Direktur Utama | 28,350,000.00 | 1 | 28,350,000.00 |
| 3 | Direktur Teknik dan Produksi | 14,175,000.00 | 1 | 14,175,000.00 |
| 4 | Direktur Keuangan dan Umum | 14,175,000.00 | 1 | 14,175,000.00 |
| 5 | Sekretaris Perusahaan | 4,725,000.00 | 3 | 14,175,000.00 |
| Kepala Bagian | | | | |
| 6 | Proses dan Utilitas | 7,875,000.00 | 1 | 7,875,000.00 |
| 7 | Quality Control | 7,875,000.00 | 1 | 7,875,000.00 |
| 8 | Penelitian dan Pengembangan | 7,875,000.00 | 1 | 7,875,000.00 |
| 9 | Keuangan | 7,245,000.00 | 1 | 7,245,000.00 |
| 10 | Sumber Daya Manusia | 7,245,000.00 | 1 | 7,245,000.00 |
| 11 | Keamanan dan Umum | 7,245,000.00 | 1 | 7,245,000.00 |
| 12 | Pemasaran | 7,245,000.00 | 1 | 7,245,000.00 |
| Supervisor | | | | |
| 13 | Proses | 6,300,000.00 | 1 | 6,300,000.00 |
| 14 | Bahan Baku dan Produk | 6,300,000.00 | 1 | 6,300,000.00 |
| 15 | Utilitas | 6,300,000.00 | 1 | 6,300,000.00 |
| 16 | Quality Control | 6,300,000.00 | 1 | 6,300,000.00 |
| Kepala Seksi | | | | |
| 17 | Penjualan | 4,725,000.00 | 1 | 4,725,000.00 |
| 18 | Pembukuan | 4,725,000.00 | 1 | 4,725,000.00 |
| 19 | Pengelolaan Dana | 4,725,000.00 | 1 | 4,725,000.00 |
| 20 | Personalia | 4,725,000.00 | 1 | 4,725,000.00 |
| 21 | Umum | 4,725,000.00 | 1 | 4,725,000.00 |
| 22 | Keamanan | 4,725,000.00 | 1 | 4,725,000.00 |
| Karyawan | | | | |
| 23 | Proses dan Utilitas | Rp 3,150,000 | 76 | 239,400,000.00 |
| 24 | Quality Control | Rp 3,150,000 | 40 | 126,000,000.00 |
| 25 | Penelitian dan Pengembangan | Rp 3,150,000 | 20 | 63,000,000.00 |
| 26 | Keuangan dan Pemasaran | Rp 3,050,000 | 5 | 15,250,000.00 |
| 27 | Administrasi | Rp 3,050,000 | 4 | 12,200,000.00 |
| 28 | Keamanan dan Umum | Rp 3,050,000 | 12 | 36,600,000.00 |
| 29 | Kesehatan dan Ketenagakerjaan | Rp 3,050,000 | 3 | 9,150,000.00 |
| 30 | Karyawan Tidak Tetap | Rp 3,050,000 | 16 | 48,800,000.00 |
| Total | | | 200 | 758,615,000.00 |
| | | | Per Tahun | 9,103,380,000.00 |
| 65 | Kesehatan dan Ketenagakerjaan | Rp 3,100,000 | 3 | 9,300,000.00 |
| 66 | Karyawan Tidak Tetap | Rp 3,100,000 | 16 | 49,600,000.00 |
| Total | | | 419 | 10,679,510,000.00 |
| | | | Per Tahun | 128,154,120,000.00 |

LAMPIRAN P PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

| | | |
|---------------------------|---|------|
| Pengadaan Peralatan,tahun | = | 2022 |
| Mulai Konstruksi, tahun | = | 2023 |
| Lama Konstruksi | = | 2 |
| Mulai Beroperasi, tahun | = | 2025 |

Harga Peralatan setiap saat akan berubah tergantung pada perubahan ekonomi. Apabila harga alat pada beberapa tahun yang lalu diketahui, harga alat pada masa sekarang ditaksir dengan menggunakan Marshall and Swift equipment Cost index. Besarnya harga alat dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Harga alat sekarang} = \frac{\text{indeks harga tahun sekarang}}{\text{indeks harga tahun ke-}} \times \text{harga alat tahun ke-}$$

Marshall & Swift Equipment Index

| tahun | Annual Index |
|-------|--------------|
| 1930 | 152.10 |
| 1950 | 285.20 |
| 1960 | 382.60 |
| 1970 | 516.50 |
| 1980 | 697.20 |
| 1990 | 941.40 |
| 2000 | 1,262.00 |
| 2005 | 1,464.10 |
| 2010 | 1,695.10 |
| 2012 | 1,798.10 |
| 2014 | 1,906.80 |

| | |
|------|----------|
| 2016 | 2,020.80 |
| 2017 | 2,081.60 |
| 2019 | 2,144.90 |
| 2020 | 2,171.60 |

sumber : jurnal camaraza, 2020

Dengan metode Least Square (Perry, 3-84) dapat dilakukan penaksiran index harga rata-rata pada akhir tahun 2015. Penyelesaian dengan Least Square menghasilkan suatu persamaan :

$$y = m.x + c$$

dimana :

- y = tahun
- m = gradien
- x = index harga
- c = konstanta

Penaksiran Indeks Harga dengan Least Square

| Data | x | y | x ² | y ² | xy |
|------|------|---------|----------------|----------------|-----------|
| 1 | 1930 | 152.1 | 3,724,900.0 | 23,134.41 | 293553 |
| 2 | 1950 | 285.2 | 3,802,500.0 | 81,339.04 | 556140 |
| 3 | 1960 | 382.6 | 3,841,600.0 | 146,382.76 | 749896 |
| 4 | 1970 | 516.5 | 3,880,900.0 | 266,772.25 | 1017505 |
| 5 | 1980 | 697.2 | 3,920,400.0 | 486,087.84 | 1380456 |
| 6 | 1990 | 941.4 | 3,960,100.0 | 886,233.96 | 1873386 |
| 7 | 2000 | 1,262.0 | 4,000,000.0 | 1,592,644.00 | 2524000 |
| 8 | 2005 | 1,464.1 | 4,020,025.0 | 2,143,588.81 | 2935520.5 |
| 9 | 2010 | 1,695.1 | 4,040,100.0 | 2,873,364.01 | 3407151 |
| 10 | 2012 | 1,798.1 | 4,048,144.0 | 3,233,163.61 | 3617777.2 |
| 11 | 2014 | 1,906.8 | 4,056,196.0 | 3,635,886.24 | 3840295.2 |
| 12 | 2016 | 2,020.8 | 4,064,256.0 | 4,083,632.64 | 4073932.8 |

| | | | | | |
|----------|-------|---------|-------------|--------------|-----------|
| 13 | 2017 | 2,081.6 | 4,068,289.0 | 4,333,058.56 | 4198587.2 |
| 14 | 2019 | 2,144.9 | 4,076,361.0 | 4,600,596.01 | 4330553.1 |
| 15 | 2020 | 2,171.6 | 4,080,400.0 | 4,715,846.56 | 4386632 |
| Σ | 29893 | 19,520 | 59,584,171 | 33,101,730.7 | 39185385 |

$$m = \frac{n \Sigma xy - \Sigma y \Sigma x}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} = \frac{4269415}{171116} = 24.95$$

$$c = \frac{\Sigma x^2 \Sigma y - \Sigma xy \Sigma x}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} = \frac{-8285695885}{171116} = -48421.515$$

Secara Grafis dan Analitis diperoleh persamaan :

$$y = m.x + c \quad \text{buku kusnarjo, 2010}$$

$$\begin{aligned} x &= \text{tahun} \\ m &= 24.95 \\ c &= -5E+04 \end{aligned}$$

maka index harga pada tahun 2014

$$\begin{aligned} y &= 24.95 x + -5E+04 \\ &= 24.95 x \quad 2014 + -5E+04 \\ &= 50250 + -5E+04 \\ &= 1.8286E+03 \end{aligned}$$

maka index harga pada tahun 2022

$$\begin{aligned} y &= 24.95 x + -5E+04 \\ &= 24.95 x \quad 2022 + -5E+04 \\ &= 50450 + -48421.51456 \\ &= 2028.222054 \end{aligned}$$

maka index harga pada tahun 2005

$$\begin{aligned} y &= 24.95 x + -5E+04 \\ &= 24.95 x \quad 2005 + -48421.51456 \\ &= 50026 + -48421.51456 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1604.06502 \\
 \text{maka index harga pada tahun } &2000 \\
 y &= 24.95 \times + -5E+04 \\
 &= 24.95 \times 2000 + -48421.51456 \\
 &= 49901 + -48421.51456 \\
 &= 1479.312951
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{maka index harga pada tahun } &2020 \\
 y &= 25 \times + -48421.51456 \\
 &= 25 \times 2020 + -48421.51456 \\
 &= 50400 + -48421.51456 \\
 &= 1978.321227
 \end{aligned}$$

Kurs dollar (2021) : \$ 1.00 = RP. 14517

sumber kurs : Bank Indonesia, diakses 17 Juli 2021 19:37 WIB

Harga peralatan proses pada perhitungan analisa ekonomi ini merupakan harga yang diperoleh dari Buku Timmerhaus 5th ed.

Contoh Perhitungan :

Rotary dryer

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah} &= 1 \text{ Buah} \\
 \text{Harga tahun 2000} &= \$ 364000 \\
 \text{Harga tahun 2022} &= \frac{\text{indeks tahun 2022} \times \text{Harga tahun 2014}}{\text{indeks tahun 2000}} \\
 &= \frac{2028.222054 \times \$ 364000}{1479.312951} \\
 &= 499064.6685
 \end{aligned}$$

Untuk harga alat lain, seperti pada tabel berikut :

| No | Kode | Alat | Σ | Harga Satuan (US\$) | | | | | Harga Total (US\$, 2021) |
|----|-------|---------|---|---------------------|------|-----------|------|-------------|-----------------------------|
| | | | | 2000 | 2005 | 2014 | 2020 | 2022 | |
| 1 | C-110 | Crusher | 1 | | | 903000 | | 1001567.178 | 1001567.178 |
| 2 | S-162 | Screen | 1 | | | 20,900.00 | | 23,181.34 | 23,181.34 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-----------|----------------------|---|--------|-------|------------|-------|------------|-------------|
| 3 | B-120 | Rotary dryer | 1 | 364000 | | | | 499,064.67 | 499,064.67 |
| 3 | H-122 | Cyclone | 1 | | | 60,700.00 | | 67,325.72 | 67,325.72 |
| 4 | M-130 | Double Roll Mixer | 1 | | | | 5000 | 5,126.12 | 5,126.12 |
| 5 | S-140 | Briqutting | 7 | | 90000 | | | 113,798.37 | 796,588.59 |
| 6 | R-150 | Coke Oven | 1 | | | 10,892,700 | | 12,081,695 | 12,081,695 |
| 7 | | Scrubber | 1 | | | 43,100.00 | | 47,804.59 | 47,804.59 |
| 8 | P-160 | Quenching | 1 | | | 250,900.00 | | 278,287.05 | 278,287.05 |
| 9 | E-170 | Tangki Pemanas Tar | 1 | | | 87100 | | 96,607.42 | 96,607.42 |
| 10 | H-230 | Decanter | 1 | | | 21400 | | 23,735.92 | 23,735.92 |
| 11 | F-240 | Tangki Penampung Tar | 1 | | | 11900 | | 13,198.95 | 13,198.95 |
| 12 | G-124 A/B | Kompresor | 1 | | | 55100 | | 61,114.45 | 61,114.45 |
| 13 | J-111 | Belt Conveyor | 1 | | | 97800 | | 108,475.38 | 108,475.38 |
| 14 | J-121 | Belt Conveyor | 1 | | | 97800 | | 108,475.38 | 108,475.38 |
| 15 | J-151 | Belt Conveyor | 1 | | | 97800 | | 108,475.38 | 108,475.38 |
| 16 | J-164 | Belt Conveyor | 1 | | | 97800 | | 108,475.38 | 108,475.38 |
| 17 | J-163 | Belt Conveyor | 1 | | | 97800 | | 108,475.38 | 108,475.38 |
| 18 | L- 123 | Blower | 1 | | | 106500 | | 106,923.04 | 106,923.04 |
| 19 | L-172 A/B | Pump | 1 | | | 6000 | | 6,654.93 | 6,654.93 |
| 20 | L-242 A/B | Pump | 1 | | | 6000 | | 6,654.93 | 6,654.93 |
| 21 | L-233 A/B | Pump | 1 | | | 6000 | | 6,654.93 | 6,654.93 |
| 22 | J-161 A | Conveyor Box Train | 1 | | | | 35.55 | 36.45 | 36.45 |
| 23 | J-161 B | Conveyor Box Train | 1 | | | | 35.55 | 36.45 | 36.45 |
| 24 | F-220 | Tangki Tar | 1 | | | 11900 | | 13,198.95 | 13,198.95 |
| Total | | | | | | | | | 15677833.83 |

Harga peralatan proses pada tahun 2025 : \$ = 15677833.83
= Rp 2.275951137E+11

Harga peralatan utilitas diperkirakan 10% dari harga peralatan.

Harga peralatan utilitas = Rp 2.275951137E+10
 Total harga peralatan = Harga peralatan + Harga peralatan utilitas
 = Rp 2.503546250E+11

| | |
|---|-----------------|
| Harga Peralatan Utilitas | 2.275951137E+10 |
| Sub Total Harga Peralatan | 2.503546250E+11 |
| Harga Total Peralatan (safety factor (10%)) | 25,035,462,503 |

HARGA TANAH DAN BANGUNAN

| Jenis | Luas (m2) | Harga per m2 (Rp) | Harga Total (Rp) |
|----------|-----------|-------------------|------------------|
| Tanah | 20,000 | 1,500,000 | 30,000,000,000 |
| Bangunan | 10,881 | 1,800,000 | 19,585,800,000 |
| Jumlah | | | 49,585,800,000 |

TOTAL CAPITAL INVESTMENT (TCI)

Fixed Capital Investment

Direct Cost

| No. | Komponen Biaya | Biaya |
|-------------------|---|-----------------|
| 1 | Harga Peralatan (I) | 25,035,462,503 |
| 2 | Instalasi (0,45 x I) | 11,265,958,126 |
| 3 | Instrumentasi dan alat control (0,18 x I) | 4,506,383,251 |
| 4 | Perpipaan terpasang (0,16 x I) | 4,005,674,000 |
| 5 | Listrik Terpasang (0,10 x I) | 2,503,546,250 |
| 6 | Bangunan | 19,585,800,000 |
| 7 | Pengembangan Lahan (0,15 x I) | 3,755,319,375 |
| 8 | Fasilitas pelayanan (0,40 x I) | 10,014,185,001 |
| 9 | Tanah | 30,000,000,000 |
| Total Direct Cost | | 110,672,328,507 |

Indirect Cost

| No | Komponen Biaya | Biaya |
|---------------------|---|----------------|
| 1 | Engineering (0,33 x Harga peralatan) | 8,261,702,626 |
| 2 | Biaya konstruksi (0,39 x Harga peralatan) | 9,763,830,376 |
| 3 | Kontraktor (0,17*(DC+IC)) | 25,739,572,302 |
| 4 | Biaya tak terduga (0,1*(DC+IC)) | 15,140,924,883 |
| Total Indirect Cost | | 58,906,030,187 |

| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| Biaya Langsung (DC) | 110,672,328,507 |
| Engineering + Biaya Konstruksi | 18,025,533,002 |
| 0,85*(DC+IC) | 128,697,861,509 |
| (DC+IC) = FCI | 151,409,248,834 |
| IC = FCI - DC | 40,736,920,327 |
| FIXED CAPITAL INVESTMENT (FCI) | 151,409,248,834 |

| | |
|----------------------|-----------------|
| Modal Sendiri (70%) | 105,986,474,184 |
| Modal Pinjaman (30%) | 45,422,774,650 |

MODAL KERJA (WORKING CAPITAL)

| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| WCI = 15% X TCI | 26,719,279,206 |
| TCI = FCI + WCI | 26,719,279,206 |
| TCI = FCI + (0,15 X TCI) | |
| 0,85 TCI = FCI | |
| TCI = FCI / 0,85 | 178,128,528,040 |
| TOTAL CAPITAL INVESTMENT (TCI) | 178,128,528,040 |

Biaya Bahan Baku

| No | Bahan Baku | Kebutuhan per tahun (ton) | Harga (Rp/ton) | Total Harga (Rp) |
|-------|------------|------------------------------|----------------|-------------------|
| 1 | Batu Bara | 2,565,770 | 1,674,536 | 4,296,474,104,432 |
| TOTAL | | | | 4,296,474,104,432 |

Biaya penyediaan bahan baku = 4,296,474,104,432
= 4,296,474,104,432

TOTAL BIAYA PRODUKSI

| | |
|------------------|-------------------|
| Biaya Bahan Baku | 4,296,474,104,432 |
| Biaya Utilitas | 22,267,424,422 |
| Biaya Pengemasan | 210,499,229,175 |
| Gaji Karyawan | 9,103,380,000 |
| | 4,538,344,138,029 |

| | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Kapasitas Produksi | 960,000 ton/tahun |
| Harga sewa tronton | 17,000,000 |
| Berat isi muatan tronton semi kokas | 14.8 ton |
| jumlah tronton semi kokas | 3 |
| Harga pengemasan semi kokas | 51,000,000 |
| Harga drum Tar | 145,170 |
| Berat isi 1 drum tar | 200 Liter |
| Jumlah drum tar | 1,449,460.833 |
| biaya pengemasan tar | 210,418,229,175 |
| Kapasitas Produksi tar | 496,958 ton/tahun |
| | 414,131,666.67 Liter/tahun |
| harga total pengemasan tar curah | 30,000,000 |
| Harga sewa truk tangki | 10,000,000 |

| | |
|--------------------|---|
| Jumlah truk tangki | 3 |
|--------------------|---|

Biaya Produksi Langsung

| No | Komponen Biaya | Biaya |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | Bahan baku untuk 1 tahun | 4,296,474,104,432 |
| 2 | Gaji karyawan untuk 1 tahun | 9,103,380,000 |
| 3 | Utilitas untuk 1 tahun | 22,267,424,422 |
| 4 | Pemeliharaan (0,1*FCI) | 15,140,924,883 |
| 5 | Laboratorium (0,1*Gaji Karyawan) | 910,338,000 |
| 6 | Operating Supplies (0,01*FCI) | 1,514,092,488 |
| 7 | Supervisi (0,1*Gaji Karyawan) | 910,338,000 |
| 8 | Pengemasan | 210,499,229,175 |
| 9 | Paten dan Royalti (0,03*TPC) | 0,03 TPC |
| Total Biaya Produksi Langsung | | 4,556,819,831,400 |

Biaya Produksi Tetap (Fixed Cost)

| No | Komponen Biaya | Biaya |
|--|--|----------------------|
| 1 | Asuransi (0,01*FCI) | 1,514,092,488 |
| 2 | Depresiasi (10% peralatan + 2% bangunan) | 2,895,262,250 |
| 3 | Pajak Lokal (0,01*FCI) | 1,514,092,488 |
| 4 | Bunga (8% modal pinjaman) | 3,633,821,972 |
| Total Biaya Produksi Tetap (Fixed Cost) | | 9,557,269,199 |

Biaya Overhead = 0.1 TPC

Biaya Umum (General Expensive)

| No | Komponen Biaya | Biaya |
|----|------------------------------------|----------|
| 1 | Distribusi dan Pemasaran (0,1*TPC) | 0,TPC |
| 2 | Litbang (0,05*TPC) | 0,05 TPC |

| | | |
|------------------|-------------------------|----------------|
| 3 | Administrasi (0,06*TPC) | 0,06 TPC |
| 4 | Financing (0,1*TCI) | 17,812,852,804 |
| Total Biaya Umum | | 17,812,852,804 |

Total Biaya Produksi (TPC)

0,66 TPC = 4,584,189,953,403
 TPC = 6,945,742,353,641

Total Biaya Produksi Langsung Real

| No | Komponen Biaya | Biaya |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | Bahan baku untuk 1 tahun | 4,296,474,104,432 |
| 2 | Gaji karyawan untuk 1 tahun | 9,103,380,000 |
| 3 | Utilitas untuk 1 tahun | 22,267,424,422 |
| 4 | Pemeliharaan (0,1*FCI) | 15,140,924,883 |
| 5 | Laboratorium (0,1*Gaji Karyawan) | 910,338,000 |
| 6 | Operating Supplies (0,01*FCI) | 1,514,092,488 |
| 7 | Supervisi (0,1*Gaji Karyawan) | 910,338,000 |
| 8 | Pengemasan | 210,499,229,175 |
| 9 | Paten dan Royalti (0,03*TPC) | 208,372,270,609 |
| Total Biaya Produksi Langsung | | 4,765,192,102,009 |

Biaya Overhead = 0.1 TPC
 Real = 694,574,235,364

Biaya Umum (General Expensive) Real

| No | Komponen Biaya | Biaya |
|----|------------------------------------|-----------------|
| 1 | Distribusi dan Pemasaran (0,1*TPC) | 694,574,235,364 |

| | | |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|
| 2 | Litbang (0,05*TPC) | 347,287,117,682 |
| 3 | Administrasi (0,06*TPC) | 416,744,541,218 |
| 4 | Financing (0,1*TCI) | 17,812,852,804 |
| Total Biaya Umum | | 1,476,418,747,069 |
| Biaya Produksi Langsung | | 4,765,192,102,009 |
| Biaya Produksi Tetap | | 9,557,269,199 |
| Biaya Overhead | | 694,574,235,364 |
| Biaya Umum (GE) | | 1,476,418,747,069 |
| TPC | | 6,945,742,353,641 |

Harga Penjualan Produk per tahun

| No | Produk | Kapasitas (ton/tahun) | Harga (Rp/ton) | Penjualan (Rp/tahun) |
|-------|------------|-----------------------|----------------|----------------------|
| 1 | Tar | 496,958 | 4,645,440 | 2,308,588,571,520 |
| 2 | Semi Kokas | 960,000 | 4,935,780 | 4,738,348,800,000 |
| Total | | | | 7,046,937,371,520 |

Harga Penjualan Produk per tahun = Rp 7,046,937,371,520

| | |
|----------------------------|-------------------|
| Total Penjualan | 7,046,937,371,520 |
| Biaya Produksi Total = TPC | 6,945,742,353,641 |
| Laba Kotor | 101,195,017,879 |
| Pajak (30% Laba Kotor) | 30,358,505,364 |
| Laba Bersih | 70,836,512,515 |

Laju Pengembalian Modal (Rate On Investment /ROI)

| | |
|---------------|-----|
| Sebelum Pajak | |
| ROI | 67% |
| Sesudah Pajak | |
| ROI | 47% |

Waktu Pengembalian Modal (Pay Out Time / POT)

| | | |
|---------------|------|-------|
| Sebelum Pajak | | Tahun |
| POT | 1.45 | |
| Sesudah Pajak | | Tahun |
| POT | 2.05 | |

Titik Impas (Break Even Point)

A. Biaya Tetap (FC)

| | |
|-----------------|---------------|
| FC (Fixed Cost) | 9,557,269,199 |
|-----------------|---------------|

B. Biaya Semi Variabel (SVC)

| | |
|----------------------------|-------------------|
| Pemeliharaan dan Perbaikan | 15,140,924,883 |
| Tenaga Kerja | 9,103,380,000 |
| Laboratorium | 910,338,000 |
| Biaya Overhead | 694,574,235,364 |
| Biaya Umum (GE) | 1,476,418,747,069 |
| Supervisi | 910,338,000 |
| Total | 2,197,057,963,316 |

C. Biaya Variabel (VC)

| | |
|----------------------------|-------------------|
| Bahan Baku | 4,296,474,104,432 |
| Utilitas | 22,267,424,422 |
| Pengemasan | 210,499,229,175 |
| Total | 4,529,240,758,029 |
| Hasil Penjualan Produk (S) | 7,046,937,371,520 |

Menghitung BEP

| | |
|-----|-----|
| BEP | 68% |
|-----|-----|

Weighted average Cost of Capital (WACC)

Modal sendiri = 70%

Modal pinjaman = 30%

Interest yang diharapkan dari modal sendiri = 8%

Bunga kredit korporasi bank = 8.75%

WACC = 8.23%

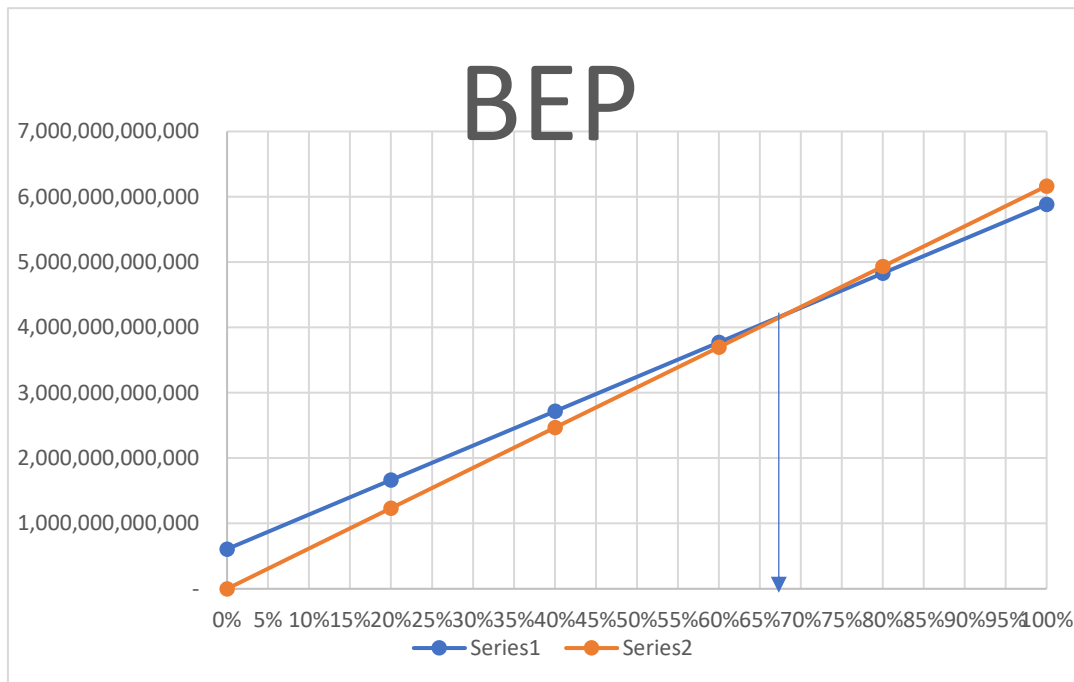
WACC > IRR

| No. | Nama Bank | Korporasi | Ritel | Mikro | KPR | Non KPR |
|-----|---|-----------|-------|-------|------|---------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 1 | PT BANK RAKYAT INDONESIA (PERSERO), Tbk | 8,00 | 8,25 | 14,00 | 7,25 | 8,75 |
| 2 | PT BANK MANDIRI (PERSERO), Tbk | 8,00 | 8,25 | 11,25 | 7,25 | 8,75 |
| 3 | PT BANK NEGARA INDONESIA (PERSERO), Tbk | 8,00 | 8,25 | - | 7,25 | 8,75 |
| 4 | PT BANK DANAMON INDONESIA, Tbk | 9,25 | 9,50 | - | 9,00 | 10,00 |
| 5 | PT BANK PERMATA, Tbk | 9,25 | 9,75 | - | 9,75 | 9,75 |
| 6 | PT BANK CENTRAL ASIA, Tbk | 7,95 | 8,20 | - | 7,20 | 5,96 |
| 7 | PT BANK MAYBANK INDONESIA, Tbk | 8,50 | 9,50 | - | 9,00 | 9,50 |
| 8 | PT BANK PANIN INDONESIA, Tbk | 8,97 | 8,50 | 14,90 | 8,25 | 9,09 |
| 9 | PT BANK CIMB NIAGA, Tbk | 9,25 | 9,50 | - | 7,25 | 8,50 |
| 10 | PT BANK UOB INDONESIA | 9,25 | 9,50 | - | 8,80 | - |
| 11 | PT BANK OCBC NISP, Tbk | 9,25 | 9,50 | - | 8,80 | 9,80 |
| 12 | CITIBANK, N.A. | 5,25 | - | - | - | - |

| Keterangan | | | |
|--------------------|-------------------|-------|--------------------------|
| Inflasi | 1.3300 | % | (www.bi.go.id) juni 2021 |
| TCI | 178,128,528,040 | | |
| Investasi | 105,986,474,184 | | |
| Land | 30,000,000,000 | | |
| Pinjaman | 45,422,774,650 | | |
| Working Capital | 26,719,279,206 | | |
| FCI | 151,409,248,834 | | |
| Total VC dan SVC | 6,726,298,721,345 | | |
| Variabel Cost | 4,529,240,758,029 | | |
| SVC | 2,197,057,963,316 | | |
| Fixed Cost | 9,557,269,199 | | |
| Pokok Pinjaman | 45,422,774,650 | | |
| Lama Pinjaman | 78 | bulan | |
| Bunga | 0.08 | | |
| Angsuran per bulan | 748,711,918 | | |
| Angsuran per tahun | 8,984,543,012.23 | | |
| Total Angsuran | 89,845,430,122 | | |
| Sales | = | | 7,046,937,371,520 |
| Depresiasi | = | | 2,895,262,250 |

| NO | KOMPONEN BIAYA | 100% | 0% | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
|----|----------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 1 | Biaya Tetap (FC) | 9,233,465,750 | 9,233,465,750 | 9,233,465,750 | 9,233,465,750 | 9,233,465,750 | 9,233,465,750 | 9,233,465,750 |
| 2 | Biaya Semi Variabel (SVC) | | | | | | | |
| | Pemeliharaan dan perbaikan | 14,684,212,288 | 0 | 2,936,842,458 | 5,873,684,915 | 8,810,527,373 | 11,747,369,830 | 14,684,212,288 |
| | Tenaga kerja | 8,994,500,172 | 0 | 1,798,900,034 | 3,597,800,069 | 5,396,700,103 | 7,195,600,138 | 8,994,500,172 |
| | Laboratorium | 899,450,017 | 0 | 179,890,003 | 359,780,007 | 539,670,010 | 719,560,014 | 899,450,017 |

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Biaya overhead | 607,719,697,869 | 607,719,697,869 | 607,719,697,869 | 607,719,697,869 | 607,719,697,869 | 607,719,697,869 | 607,719,697,869 |
| | Biaya Umum | 1,293,486,909,393 | 0 | 258,697,381,879 | 517,394,763,757 | 776,092,145,636 | 1,034,789,527,515 | 1,293,486,909,393 |
| | Supervisi | 899,450,017 | 0 | 179,890,003 | 359,780,007 | 539,670,010 | 719,560,014 | 899,450,017 |
| | Subtotal | 1,926,684,219,757 | 607,719,697,869 | 871,512,602,247 | 1,135,305,506,624 | 1,399,098,411,002 | 1,662,891,315,379 | 1,926,684,219,757 |
| 3 | Biaya Variabel (VC) | | | | | | | |
| | Bahan Baku | 3,724,728,309,000 | 0 | | | | | |
| | Utilitas | 22,267,424,422 | 0 | | | | | |
| | Pengemasan | 210,499,229,175 | 0 | | | | | |
| | Subtotal | 3,957,494,962,597 | 0 | 791,498,992,519 | 1,582,997,985,039 | 2,374,496,977,558 | 3,165,995,970,078 | 3,957,494,962,597 |
| TOTAL BIAYA | | 5,893,412,648,103 | 616,953,163,619 | 1,672,245,060,516 | 2,727,536,957,413 | 3,782,828,854,310 | 4,838,120,751,207 | 5,893,412,648,103 |
| | SVC+VC | 5,884,179,182,354 | 607,719,697,869 | 1,663,011,594,766 | 2,718,303,491,663 | 3,773,595,388,560 | 4,828,887,285,457 | 5,884,179,182,354 |
| 4 | Hasil Penjualan Produk (S) | 6,164,839,303,650 | 0 | 1.23297E+12 | 2.46594E+12 | 3.6989E+12 | 4.93187E+12 | 6.16484E+12 |



Arus Kas (Cash Flow)

a. Dasar Perhitungan

1. Modal

- a. 70% merupakan modal sendiri
- b. 30% merupakan modal bank

- 2. Bunga Pinjaman Bank 8.00% per tahun (bri.co.id)
- 3. Pengembalian pinjaman 10 tahun sebesar
- 4. Kapasitas Produksi
 - Tahun ke - I = 60 %
 - Tahun ke - II = 80 %
 - Tahun ke-III dan seterusnya = 100 %
- 5. Pajak pendapatan = 0.25 (UU No.36 Tahun 2008 Pasal 17 ayat 2a)
- 6. Umur pabrik diperkirakan 10 tahun dengan depresiasi
- 7. Masa Konstruksi 2 tahun

Tahun pertama menggunakan 70% modal sendiri dan 30% pinjaman.
Tahun kedua menggunakan sisa modal pinjaman dan modal sendiri

- 8. Pembayaran modal pinjaman selama konstruksi dilakukan secara diskrit dengan cara sebagai berikut:

- a. Pada awal masa konstruksi (awal tahun ke (-2) dilakukan pembayaran sebesar 50% dari modal pinjaman untuk keperluan pembelian tanah dan uang muka.

- b. Pada akhir tahun kedua masa konstruksi tahun (-1) dibayarkan sisa modal pinjaman.

- 9. Laju inflasi = 1.33% (Sumber: bi.go.id pada Juni 2021)
- 10. Bunga Deposito Bank = 2.825 %

b. Investasi

Kebutuhan investasi dipenuhi dengan cara modal sendiri dan modal pinjaman dari Bank, dengan ketentuan sebagai berikut:

| | | | | | |
|---------------|---|-----|---|-----------------|-----------------|
| Modal sendiri | = | 70% | x | FCI | |
| | = | 70% | x | Rp | 151,409,248,834 |
| | = | Rp | | 105,986,474,184 | |

| | | | | | |
|----------------|---|-----|---|-----|-----------------|
| Modal pinjaman | = | 30% | x | FCI | |
| | = | 30% | x | Rp | 151,409,248,834 |
| | = | Rp | | | 45,422,774,650 |

Dari data-data tersebut dapat dibuat tabel cash flow seperti yang terlihat pada tabel cash flow dan didapatkan:

1. Bagian pertama: menurut tahun pengembangan 2 tahun dan umur operasi pabrik yang diperkirakan 10 tahun dengan kapasitas produksi semi kokas 960.000 ton/tahun.
2. Bagian kedua : memuat modal investasi yang terdiri dari kolom-kolom = modal sendiri, inflasi dan jumlah modal sendiri, modal pinjaman , bunga dan jumlah pinjaman saat pabrik siap dioperasi.
3. Bagian ketiga: memuat sisa pinjaman, bunga pinjaman, total penjualan, biaya operasi yang terdiri dari = depresiasi, bunga *fixed chargers* , *variable cost*, dan semi variable
4. Bagian keempat: memuat *cash flow* yang terdiri dari = laba kotor, pajak, laba bersih, *cash flow*, dan *net cash flow*.

c. Internal Rate of Return (IRR)

Untuk menentukan nilai IRR harus digambarkan jumlah pendapatan dan pengeluaran dari tahun ke tahun yang disebut *cash flow*. Untuk menentukan *Discounted Cash Flow* (P) dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$P = \frac{1}{(1 + i)^n} \times CF$$

Dimana:

i = Rate of return

n' = Tahun pada saat *cash flow* dihitung

Pada saat ratio = 1, yang artinya total dari *Discounted Cash Flow* sama dengan *Fixed Capital Investment* maka nilai i disebut dengan nilai IRR. Nilai IRR kemudian harus lebih besar dari deposito bunga Bank agar pabrik tersebut dapat dikatakan layak untuk didirikan.

Tabel N.17 Cash Flow

| Tahun Ke- | Kapasitas Pabrik (%) | Investasi | | |
|-----------|----------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | Modal Sendiri | | |
| | | Pengeluaran | Inflasi | Jumlah |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| -2 | - | Rp52,993,237,092 | 0 | Rp 52,993,237,092 |
| -1 | - | Rp52,993,237,092 | Rp 704,810,053 | Rp 53,698,047,145 |
| 0 | - | Rp0 | Rp 1,418,994,080 | Rp 1,418,994,080 |
| 1 | 60 | - | - | - |
| 2 | 80 | - | - | - |
| 3 | 100 | - | - | - |
| 4 | 100 | - | - | - |
| 5 | 100 | - | - | - |
| 6 | 100 | - | - | - |
| 7 | 100 | - | - | - |
| 8 | 100 | - | - | - |
| 9 | 100 | - | - | - |
| 10 | 100 | - | - | - |
| 11 | 100 | - | - | - |
| 12 | 100 | - | - | - |
| 13 | 100 | - | - | - |
| 14 | 100 | - | - | - |
| 15 | 100 | - | - | - |
| 16 | 100 | - | - | - |
| 17 | 100 | - | - | - |
| 18 | 100 | - | - | - |
| 19 | 100 | - | - | - |
| 20 | 100 | - | - | - |

Tabel N.17 Cash Flow (lanjutan)

| Tahun Ke- | Kapasitas Pabrik (%) | Investasi | | |
|-----------|----------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | Modal Pinjaman | | |
| | | Pengeluaran | bunga | Jumlah |
| (1) | (2) | (6) | (7) | (8) |
| -2 | - | Rp45,422,774,650 | 0 | Rp 45,422,774,650 |
| -1 | - | Rp45,422,774,650 | Rp 3,633,821,972 | Rp 49,056,596,622 |
| 0 | - | 0 | Rp 7,558,349,702 | Rp 7,558,349,702 |
| 1 | 60 - | - | - | - |
| 2 | 80 - | - | - | - |
| 3 | 100 - | - | - | - |
| 4 | 100 - | - | - | - |
| 5 | 100 - | - | - | - |
| 6 | 100 - | - | - | - |
| 7 | 100 - | - | - | - |
| 8 | 100 - | - | - | - |
| 9 | 100 - | - | - | - |
| 10 | 100 - | - | - | - |
| 11 | 100 - | - | - | - |
| 12 | 100 - | - | - | - |
| 13 | 100 - | - | - | - |
| 14 | 100 - | - | - | - |
| 15 | 100 - | - | - | - |
| 16 | 100 - | - | - | - |
| 17 | 100 - | - | - | - |
| 18 | 100 - | - | - | - |
| 19 | 100 - | - | - | - |
| 20 | 100 - | - | - | - |

Tabel N.17 Cash Flow (lanjutan)

| Tahun Ke- | Investasi | | |
|-----------|---------------------------------------|----------------|-------|
| | Jumlah Modal sampai Pabrik Beroperasi | | |
| | Modal Sendiri | Modal Pinjaman | Total |
| | | | |

| | | | | |
|-----|--|-------------------|--------------------|-----------------|
| (1) | | (9) | (10) | (11) |
| -2 | | 0 | 0 | 0 |
| -1 | | 0 | 0,00 | 0 |
| 0 | | Rp108,110,278,318 | Rp 102,037,720,974 | 210,147,999,292 |
| 1 | | - | - | - |
| 2 | | - | - | - |
| 3 | | - | - | - |
| 4 | | - | - | - |
| 5 | | - | - | - |
| 6 | | - | - | - |
| 7 | | - | - | - |
| 8 | | - | - | - |
| 9 | | - | - | - |
| 10 | | - | - | - |
| 11 | | - | - | - |
| 12 | | - | - | - |
| 13 | | - | - | - |
| 14 | | - | - | - |
| 15 | | - | - | - |
| 16 | | - | - | - |
| 17 | | - | - | - |
| 18 | | - | - | - |
| 19 | | - | - | - |
| 20 | | - | - | - |

Tabel N.17 *Cash Flow (lanjutan)*

| Tahun Ke- | Kapasitas Pabrik (%) | Sisa Pinjaman | Pengembalian Pinjaman | Total Penjualan |
|------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------|
| (1) | 100 | (12) | (13) | (14) |
| -1 | - | - | - | - |
| -2 | - | - | - | - |
| 0 | - | Rp102,037,720,974 | Rp - | 0 |

| | | | | | |
|----|-----|------------------|----|----------------|-------------------|
| 1 | 60 | Rp91,833,948,877 | Rp | 10,203,772,097 | 4,228,162,422,912 |
| 2 | 80 | Rp81,630,176,779 | Rp | 10,203,772,097 | 5,637,549,897,216 |
| 3 | 100 | Rp71,426,404,682 | Rp | 10,203,772,097 | 7,046,937,371,520 |
| 4 | 100 | Rp61,222,632,585 | Rp | 10,203,772,097 | 7,046,937,371,520 |
| 5 | 100 | Rp51,018,860,487 | Rp | 10,203,772,097 | 7,046,937,371,520 |
| 6 | 100 | Rp40,815,088,390 | Rp | 10,203,772,097 | 7,046,937,371,520 |
| 7 | 100 | Rp30,611,316,292 | Rp | 10,203,772,097 | 7,046,937,371,520 |
| 8 | 100 | Rp20,407,544,195 | Rp | 10,203,772,097 | 7,046,937,371,520 |
| 9 | 100 | Rp10,203,772,097 | Rp | 10,203,772,097 | 7,046,937,371,520 |
| 10 | 100 | Rp0.000000 | Rp | 10,203,772,097 | 7,046,937,371,520 |
| 11 | 100 | Rp0 | Rp | - | 7,046,937,371,520 |
| 12 | 100 | Rp0 | Rp | - | 7,046,937,371,520 |
| 13 | 100 | Rp0 | Rp | - | 7,046,937,371,520 |
| 14 | 100 | Rp0 | Rp | - | 7,046,937,371,520 |
| 15 | 100 | Rp0 | Rp | - | 7,046,937,371,520 |
| 16 | 100 | Rp0 | Rp | - | 7,046,937,371,520 |
| 17 | 100 | Rp0 | Rp | - | 7,046,937,371,520 |
| 18 | 80 | Rp0 | Rp | - | 5,637,549,897,216 |
| 19 | 60 | Rp0 | Rp | - | 4,228,162,422,912 |
| 20 | 0 | Rp0 | Rp | - | 0 |

Tabel N.17 Cash Flow (lanjutan)

| Tahun Ke- | Kapasitas Pabrik (%) | Production cost | | |
|-----------|----------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | Depresiasi | Bunga | Fixed Cost |
| (1) | (2) | (15) | (16) | (17) |
| -1 | - | - | - | - |
| -2 | - | - | - | - |
| 0 | 0 | Rp2,895,262,250 | Rp 8,163,017,678 | Rp 9,557,269,199 |
| 1 | 60 | Rp2,895,262,250 | Rp 7,346,715,910 | Rp 9,557,269,199 |
| 2 | 80 | Rp2,895,262,250 | Rp 6,530,414,142 | Rp 9,557,269,199 |
| 3 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp 5,714,112,375 | Rp 9,557,269,199 |
| 4 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp 4,897,810,607 | Rp 9,557,269,199 |

| | | | | | | |
|----|-----|-----------------|----|---------------|----|---------------|
| 5 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | 4,081,508,839 | Rp | 9,557,269,199 |
| 6 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | 3,265,207,071 | Rp | 9,557,269,199 |
| 7 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | 2,448,905,303 | Rp | 9,557,269,199 |
| 8 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | 1,632,603,536 | Rp | 9,557,269,199 |
| 9 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | 816,301,768 | Rp | 9,557,269,199 |
| 10 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 11 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 12 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 13 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 14 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 15 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 16 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 17 | 100 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 18 | 80 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 19 | 60 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |
| 20 | 0 | Rp2,895,262,250 | Rp | - | Rp | 9,557,269,199 |

Tabel N.17 Cash Flow (lanjutan)

| Tahun Ke- | Kapasitas Pabrik (%) | Production cost | | |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Variable Cost | Semi Variable Cost | Total |
| (1) | (2) | (18) | (19) | (20) |
| -1 | - | - | - | - |
| -2 | - | - | - | - |
| 0 | - | - | - | - |
| 1 | 60 | Rp 2,717,544,454,817 | Rp 1,318,234,777,990 | Rp 4,048,231,764,256 |
| 2 | 80 | Rp 3,623,392,606,423 | Rp 1,757,646,370,653 | Rp 5,393,491,508,525 |
| 3 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 4 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 5 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 6 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 7 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 8 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |

| | | | | |
|----|-----|----------------------|----------------------|----------------------|
| 9 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 10 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 11 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 12 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 13 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 14 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 15 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 16 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 17 | 100 | Rp 4,529,240,758,029 | Rp 2,197,057,963,316 | Rp 6,738,751,252,794 |
| 18 | 80 | Rp 3,623,392,606,423 | Rp 1,757,646,370,653 | Rp 5,393,491,508,525 |
| 19 | 60 | Rp 2,717,544,454,817 | Rp 1,318,234,777,990 | Rp 4,048,231,764,256 |
| 20 | 0 | Rp - | Rp - | Rp 12,452,531,449 |

Tabel N.17 Cash Flow (lanjutan)

| Tahun Ke- | Kapasitas Pabrik (%) | laba | | |
|-----------|----------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | | Kotor | Pajak | Bersih |
| (1) | (2) | (21) | (22) | (23) |
| -1 | - | - | - | - |
| -2 | - | - | - | - |
| 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 60 | Rp179,930,658,656 | Rp 36,986,131,731 | Rp 142,944,526,925 |
| 2 | 80 | Rp244,058,388,691 | Rp 49,811,677,738 | Rp 194,246,710,953 |
| 3 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |
| 4 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |
| 5 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |
| 6 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |
| 7 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |
| 8 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |
| 9 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |
| 10 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |
| 11 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |
| 12 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp 62,637,223,745 | Rp 245,548,894,981 |

| | | | | | | |
|----|-----|--------------------|----|-----------------|----|------------------|
| 13 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp | 62,637,223,745 | Rp | 245,548,894,981 |
| 14 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp | 62,637,223,745 | Rp | 245,548,894,981 |
| 15 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp | 62,637,223,745 | Rp | 245,548,894,981 |
| 16 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp | 62,637,223,745 | Rp | 245,548,894,981 |
| 17 | 100 | Rp308,186,118,726 | Rp | 62,637,223,745 | Rp | 245,548,894,981 |
| 18 | 80 | Rp244,058,388,691 | Rp | 49,811,677,738 | Rp | 194,246,710,953 |
| 19 | 60 | Rp179,930,658,656 | Rp | 36,986,131,731 | Rp | 142,944,526,925 |
| 20 | 0 | (Rp12,452,531,449) | Rp | (1,490,506,290) | Rp | (10,962,025,159) |

Tabel N.17 Cash Flow (lanjutan)

| Tahun Ke- | Kapasitas Pabrik (%) | Cash Flow | |
|-----------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | | gross | net |
| (1) | (2) | (24) | (25) |
| -1 | - | - | - |
| -2 | - | - | - |
| 0 | - | - | - |
| 1 | 60 | Rp 145,839,789,175 | Rp 135,636,017,078 |
| 2 | 80 | Rp 197,141,973,203 | Rp 186,938,201,106 |
| 3 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 238,240,385,134 |
| 4 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 238,240,385,134 |
| 5 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 238,240,385,134 |
| 6 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 238,240,385,134 |
| 7 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 238,240,385,134 |
| 8 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 238,240,385,134 |
| 9 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 238,240,385,134 |
| 10 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 238,240,385,134 |
| 11 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 248,444,157,231 |
| 12 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 248,444,157,231 |
| 13 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 248,444,157,231 |
| 14 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 248,444,157,231 |
| 15 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 248,444,157,231 |
| 16 | 100 | Rp 248,444,157,231 | Rp 248,444,157,231 |

| | | | | | |
|----|-----|----|-----------------|----|-----------------|
| 17 | 100 | Rp | 248,444,157,231 | Rp | 248,444,157,231 |
| 18 | 80 | Rp | 197,141,973,203 | Rp | 197,141,973,203 |
| 19 | 60 | Rp | 145,839,789,175 | Rp | 145,839,789,175 |
| 20 | 0 | Rp | (8,066,762,909) | Rp | (8,066,762,909) |

Tabel N.18 Internal Rate of Return (IRR) secara Cash Flow

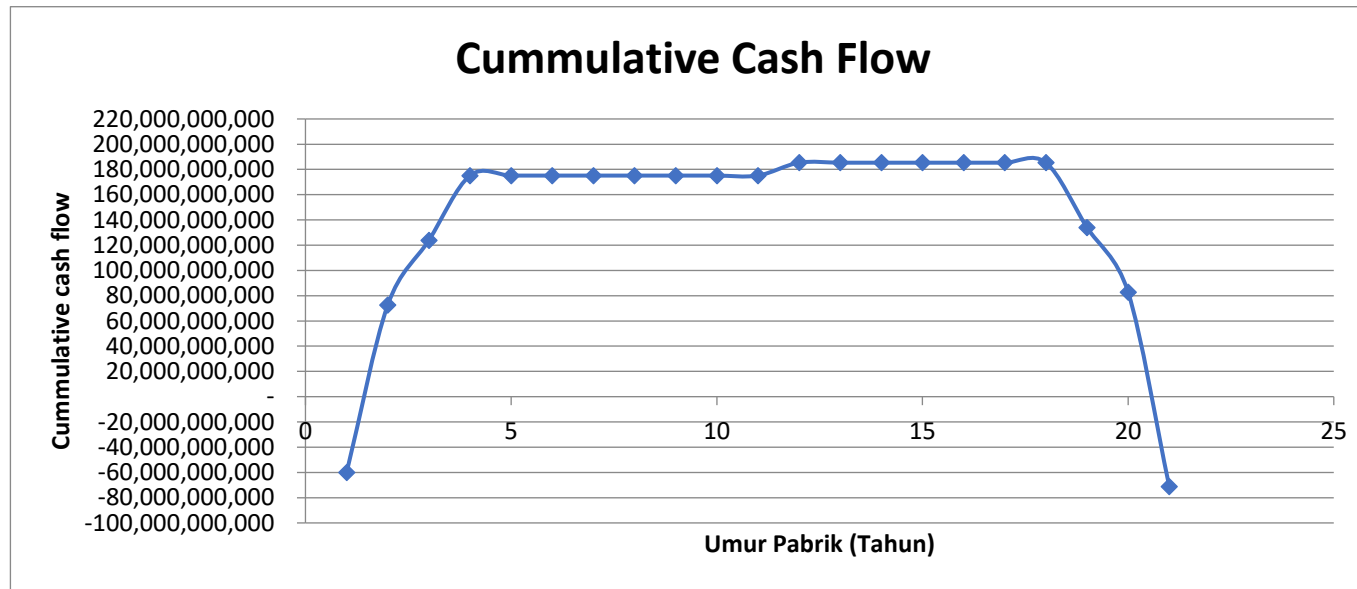
| Tahun Ke- | Cash Flow | Discounted Cash Flow | | | |
|--------------|-----------------|----------------------|------------------------|-----------|------------------------|
| | | i = | 0,591313498 | i = | 0,5913135 |
| 0 - | 60,178,240,990 | Rp | (60,178,240,990) | Rp | (60,178,240,990) |
| 1 | 72,562,513,837 | Rp | 45,599,131,741 | Rp | 45,599,131,704 |
| 2 | 123,864,697,865 | Rp | 48,914,323,832 | Rp | 48,914,323,752 |
| 3 | 175,166,881,893 | Rp | 43,469,511,471 | Rp | 43,469,511,364 |
| 4 | 175,166,881,893 | Rp | 27,316,749,041 | Rp | 27,316,748,952 |
| 5 | 175,166,881,893 | Rp | 17,166,164,351 | Rp | 17,166,164,281 |
| 6 | 175,166,881,893 | Rp | 10,787,418,301 | Rp | 10,787,418,248 |
| 7 | 175,166,881,893 | Rp | 6,778,939,734 | Rp | 6,778,939,695 |
| 8 | 175,166,881,893 | Rp | 4,259,964,955 | Rp | 4,259,964,927 |
| 9 | 175,166,881,893 | Rp | 2,677,011,764 | Rp | 2,677,011,745 |
| 10 | 175,166,881,893 | Rp | 1,682,265,479 | Rp | 1,682,265,466 |
| 11 | 185,370,653,991 | Rp | 1,118,736,402 | Rp | 1,118,736,391 |
| 12 | 185,370,653,991 | Rp | 703,027,030 | Rp | 703,027,023 |
| 13 | 185,370,653,991 | Rp | 441,790,402 | Rp | 441,790,397 |
| 14 | 185,370,653,991 | Rp | 277,626,252 | Rp | 277,626,249 |
| 15 | 185,370,653,991 | Rp | 174,463,581 | Rp | 174,463,579 |
| 16 | 185,370,653,991 | Rp | 109,634,953 | Rp | 109,634,952 |
| 17 | 185,370,653,991 | Rp | 68,895,886 | Rp | 68,895,885 |
| 18 | 134,068,469,963 | Rp | 31,312,894 | Rp | 31,312,894 |
| 19 | 82,766,285,935 | Rp | 12,147,706 | Rp | 12,147,706 |
| 20 - | 71,140,266,149 | Rp | (6,561,461) | Rp | (6,561,461) |
| WCI | | Rp | 25,913,315,802 | Rp | 25,913,315,802 |
| Total | | Rp | 151,404,313,325 | Rp | 151,404,312,760 |

Rasio = Rp 1.000

Pada *ratio* = 0.999967, maka dapat dikatakan bahwa nilai *trial i* adalah nilai IRR.

Dari Tabel 20 didapatkan IRR = 0.59131 atau = 59.13 % per tahun

Dimana pada IRR tersebut *Fixed Capital Investment* sampai pabrik siap beroperasi, Karena harga IRR yang diperoleh lebih dari bunga deposito bank 8% per tahun, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik layak untuk didirikan.



| Tahun | Discount Factor (Nilai Inflasi) | Net Present Value | CNPV |
|-------|---------------------------------|---------------------|----------------------|
| 0 | 1 | Rp (60,178,240,990) | Rp (60,178,240,990) |
| 1 | 0.986874568 | Rp 71,610,099,514 | Rp 11,431,858,524 |
| 2 | 0.973921413 | Rp 120,634,481,621 | Rp 132,066,340,145 |
| 3 | 0.961138274 | Rp 168,359,594,594 | Rp 300,425,934,739 |
| 4 | 0.94852292 | Rp 166,149,802,225 | Rp 466,575,736,963 |
| 5 | 0.936073147 | Rp 163,969,014,334 | Rp 630,544,751,297 |
| 6 | 0.923786783 | Rp 161,816,850,226 | Rp 792,361,601,523 |
| 7 | 0.911661682 | Rp 159,692,934,201 | Rp 952,054,535,724 |
| 8 | 0.899695729 | Rp 157,596,895,491 | Rp 1,109,651,431,215 |
| 9 | 0.887886834 | Rp 155,528,368,194 | Rp 1,265,179,799,409 |

| | | | |
|----|-------------|---------------------|----------------------|
| 10 | 0.876232936 | Rp 153,486,991,211 | Rp 1,418,666,790,620 |
| 11 | 0.864732 | Rp 160,295,936,439 | Rp 1,578,962,727,059 |
| 12 | 0.85338202 | Rp 158,191,983,065 | Rp 1,737,154,710,124 |
| 13 | 0.842181012 | Rp 156,115,644,986 | Rp 1,893,270,355,110 |
| 14 | 0.831127023 | Rp 154,066,559,742 | Rp 2,047,336,914,852 |
| 15 | 0.820218122 | Rp 152,044,369,626 | Rp 2,199,381,284,478 |
| 16 | 0.809452405 | Rp 150,048,721,628 | Rp 2,349,430,006,106 |
| 17 | 0.798827992 | Rp 148,079,267,372 | Rp 2,497,509,273,478 |
| 18 | 0.78834303 | Rp 105,691,943,847 | Rp 2,603,201,217,325 |
| 19 | 0.777995687 | Rp 64,391,813,522 | Rp 2,667,593,030,847 |
| 20 | 0.767784158 | Rp (54,620,369,354) | Rp 2,612,972,661,493 |

