

LAPORAN KERJA PRAKTIK

**EVALUASI PERFORMA *PACKAGE BOILER* 2008-U
PABRIK 2 PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR**



Disusun Oleh:

BRIGITA CAHYA WULANDARI

(2031810005)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA
GRESIK
2021**

LAPORAN KERJA PRAKTIK

**EVALUASI PERFORMA *PACKAGE BOILER* 2008-U
PABRIK 2 PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR**



Disusun Oleh:

BRIGITA CAHYA WULANDARI

(2031810005)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA**

GRESIK

2021

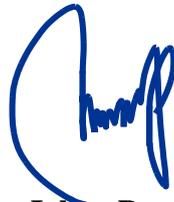
LEMBAR PENGESAHAN
DI PT PUPUK KALIMANTAN TIMUR
Departemen Proses dan Pengolahan Energi
(Periode : 30 Juli 2021 s.d 31 Oktober 2021)

Disusun Oleh:

BRIGITA CAHYA WULANDARI

(2031810005)

Mengetahui,
Pembimbing Lapangan Magang



Novian Johan Perdana, S.T.

NPK. 1604505

Mnegasahkan



PUPUK KALTIM

Vice President Departemen
Proses & Pengolahan Energi

Vice President Departemen
PSDM & Organisasi



Ir. Mustanginah S.T., M.A.B.

NPK. 4083755



Bondar Priandono

NPK. 4093887

LEMBAR PENGESAHAN
DI PT PUPUK KALIMANTAN TIMUR
Departemen Proses dan Pengolahan Energi
(Periode : 30 Juli 2021 s.d 31 Oktober 2021)

Disusun Oleh:

BRIGITA CAHYA WULANDARI

(2031810005)

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Kimia UI SI



Abdul halim, S.T., M.T., PhD
NIP. 2020026

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Magang



Anni Rahmat, S.T., M.T.
NIP. 8318300

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas rahmat serta karunia-Nya sehingga laporan Magang di PT. Pupuk Kalimantan Timur dapat diselesaikan dengan baik. Laporan ini disusun berdasarkan studi pustaka serta studi lapangan yang dilakukan pada saat Magang di PT. Pupuk Kalimantan Timur. Magang merupakan salah satu tugas yang harus ditempuh sebagai persyaratan menyelesaikan studi program strata 1 (S-1) di Departemen Teknik Kimia, Universitas Internasional Semen Indonesia.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih dengan sebesar besarnya kepada PT. Pupuk Kalimantan Timur, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Magang kurang lebih selama tiga bulan, sejak 30 Juli s/d 31 Oktober 2021. Selain itu, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan doa.
2. Bapak Abdul Halim, S.T., M.T., PhD., selaku Kepala Departemen Teknik Kimia Universitas Internasional Semen Indonesia,
3. Bapak Anni Rahmat, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Magang Teknik Kimia Universitas Internasional Semen Indonesia,
4. Bapak Bondar Priandono., selaku *Vice President* PSDMO PT. Pupuk Kalimantan Timur,
5. Mas Jo serta seluruh Staff *Learning Centre* PT. Pupuk Kalimantan Timur,
6. Ibu Ir. Mustanginah S.T., M.B.A, selaku *Vice President* Departemen Proses dan Pengelolaan Energi PT. Pupuk Kalimantan Timur,
7. Bapak Ary Mega Permana dan Bapak Novian Johan Perdana selaku Pembimbing Lapangan Magang PT. Pupuk Kalimantan Timur.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Gresik, 31 Oktober 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	2
LEMBAR PENGESAHAN	3
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI	6
DAFTAR TABEL	9
BAB I PENDAHULUAN	10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Tujuan dan Manfaat	11
1.2.1 Tujuan Umum	11
1.2.2 Tujuan Khusus	11
1.2.3 Manfaat	12
1.2.4 Metodologi Pengumpulan Data	13
1.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan Lokasi	13
1.5 Kegiatan Magang	13
1.6 Jadwal Magang	14
BAB II PROFIL PERUSAHAAN	15
2.1 Profil PT. Pupuk Kalimantan Timur	15
2.1.1 Visi dan Misi PT. Pupuk Kalimantan Timur	16
2.1.2 Lambang PT. Pupuk Kalimantan Timur	16
2.1.3 Nilai dan Budaya Perusahaan	17
2.2 Produk	17
2.3 Unit Utilitas	18
2.4 Pabrik Amonia	19
2.5 Pabrik Urea	20
2.6 Pabrik NPK	20
BAB III TUGAS KHUSUS	21
3.1 Latar Belakang	21
3.1.1 Rumusan Masalah	21
3.1.2 Tujuan	21
3.1.3 Manfaat	21
3.1.4 Tinjauan Pustaka	22

3.1.4.1	Komponen Penyusun Package Boiler	22
3.1.4.2	Jenis-jenis Boiler.....	24
3.1.4.3	Package Boiler Pabrik 2.....	26
3.1.4.4	Korosi.....	26
3.1.4.5	Efisiensi Package Boiler	27
3.1.4.6	Pembakaran Efisien.....	27
3.1.4.7	Panas Sensibel dan Panas Laten.....	28
 BAB IV TUGAS KHUSUS.....		30
4.1	Data yang Diperoleh	30
4.2	Pengolahan Data	30
4.2.1	Metode Langsung	30
4.2.2	Metode Tidak Langsung.....	31
a.	Metode Langsung	33
b.	Metode Tidak Langsung	34
 BAB V TUGAS KHUSUS		37
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran.....	37
 DAFTAR PUSTAKA.....		38
 LAMPIRAN		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lambang PT. Pupuk Kaltimantan Timur	15
Gambar 2. Unit Package Boiler	25
Gambar 3. Pengaruh Excess Udara Terhadap Efisiensi Boiler.....	27
Gambar 4. Perbandingan Efisiensi dengan Metode Langsung	32
Gambar 5. Perbandingan Efisiensi dengan Metode Tidak Langsung.....	33
Gambar 6. Proporsi Penggunaan Panas Tanggal 2 Juli 2016	34
Gambar 7. Proporsi Penggunaan Panas 16 Juli 2016.....	34
Gambar 8. Perbandingan Kadar Oksigen Basis Kering	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jadwal Magang Departemen Proses dan Pengelolaan Energi	13
Tabel 2. Data Kapasitas Produksi Amoniak dan Urea PT. Pupuk Kalimantan Timur	14
Tabel 3. Data Lapangan 2008-U.....	31

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara agraris yang tidak luput dari penggunaan pupuk. Peranan industri pupuk dalam menunjang ekonomi khususnya sektor pertanian tidak diragukan. Ekspansi sektor pertanian khususnya pada awal 1970-an hingga pertengahan 1980-an tidak terlepas dari peran industri pupuk yang memungkinkan petani mengoptimalkan hasil revolusi hijau (green revolution) untuk meningkatkan hasil produksinya. Seiring dengan meningkatkannya luas lahan pertanian dan perkebunan di Indonesia, kebutuhan akan pupuk juga semakin meningkat.

Mahasiswa merupakan generasi penerus yang akan mewujudkan pembangunan nasional dan memajukan bangsa dan negara. Kebutuhan akan kemampuan dan profesionalisme menuntut adanya pelatihan dan usaha yang sungguh-sungguh. Pada era globalisasi diperlukan adanya industri yang maju dengan tenaga kerja profesional di bidangnya masing-masing. Salah satu bidang yang berpotensi baik dimasa mendatang adalah Teknik Kimia.

Departemen Teknik Kimia merupakan cabang keilmuan teknik yang menyangkut pengembangan dan penggunaan proses pembuatan beberapa bahan yang mengalami perubahan fisis ataupun kimiawi dalam skala besar. Fokus Teknik Kimia mencakup bidang proses produksi, pengolahan limbah industri, perancangan alat, desain alat, konstruksi pabrik, transformasi, dan manajemen. Teknik Kimia Universitas International Semen Indonesia mempunyai salah satu kurikulum pembelajaran di luar kelas melalui pelaksanaan Kerja Praktik dalam proses menyelesaikan studi Strata satu (S1). Kerja Praktik ini dilakukan dengan mengaplikasikan ilmu dan teknologi yang diperoleh selama perkuliahan di lingkungan kerja perusahaan. Kerja Praktik dilakukan secara daring (online) karena kondisi pandemi Covid-19. Pemaparan progress KP oleh mahasiswa dilakukan minimal 1 kali dalam seminggu menggunakan media Zoom. Koordinasi pemberian tugas, pembimbingan, pengarahan serta pengajuan pertanyaan apabila terdapat kendala dilakukan melalui grup WhatsApp.

Departemen Proses dan Pengolahan Energi PT Pupuk Kalimantan Timur, merupakan sebuah institusi yang difungsikan untuk menjalankan bagian proses dan pengolahan energi yang digunakan oleh berbagai plant pada pabrik. Departemen Proses dan Pengolahan Energi PT Pupuk Kalimantan salah satu departemen yang mempunyai fungsi sejalan dengan Program Studi Teknik Kimia untuk melatih mahasiswa agar mampu menguasai proses industri, problem solving, communication skills, serta kemampuan berinovasi yaitu dengan melakukan Magang. Mahasiswa akan terjun ke lapangan dan berhadapan langsung dengan best practices dari PT. Pupuk Kalimantan Timur. Departemen Proses dan Pengelolaan Energi merupakan bagian yang berwenang mengelola bahan baku menjadi produk (proses engineering) yang ada di PT. Pupuk Kalimantan Timur dan pengolahan energi pada PT. Pupuk Kalimantan Timur. Magang dilakukan untuk memperkenalkan mahasiswa pada pengimplementasian Departemen Teknik Kimia di dunia industri, khususnya PT. Pupuk Kalimantan Timur.

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan Umum

Tujuan Umum dari pelaksanaan magang di PT. Pupuk Kalimantan Timur adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan pengalaman dalam satu lingkungan kerja dan mendapat peluang untuk berlatih menangani permasalahan dalam pabrik serta melakukan studi perbandingan antara teori yang didapat di kuliah dengan penerapannya di pabrik.
2. Menjalinkan hubungan kemitraan dan kerjasama antara dunia pendidikan dengan dunia industri.
3. Menambah wawasan aplikasi keteknik-kimia dalam bidang industri.
4. Mengetahui perkembangan teknologi dalam dunia industri yang modern.

1.2.2 Tujuan Khusus

Tujuan Khusus dari pelaksanaan magang di PT. Pupuk Kalimantan Timur adalah sebagai berikut :

1. Sebagai salah satu syarat dan kewajiban mahasiswa dalam menyelesaikan Program Studi S1 Teknik Kimia Universitas Internasional Semen Indonesia
2. Memperoleh pemahaman yang komperhensif akan dunia kerja melalui

learning by doing.

3. Mengevaluasi performa package boiler 17-H-401 Pabrik 4 PT. Pupuk Kalimantan Timur.

1.2.3 Manfaat

Manfaat dari pelaksanaan magang di PT. Pupuk Kalimantan Timur adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perguruan Tinggi

- Memperoleh masukan dari PT. Pupuk Kalimantan Timur terhadap mahasiswa, terutama untuk Universitas Internasional Semen Indonesia sehingga dapat memperbaiki kurikulum dan silabus agar menghasilkan lulusan yang kompeten.
- Meningkatkan kerjasama Departemen yang baik antara Universitas Internasional Semen Indonesia dengan PT. Pupuk Kalimantan Timur.

2. Bagi Perusahaan

- Dengan adanya kerjasama antara dunia pendidikan dengan perusahaan, perusahaan tersebut dikenal oleh kalangan akademis
- Memperoleh kritik dan saran yang membangun dari mahasiswa-mahasiswa yang melaksanakan magang.
- Perusahaan dapat memperoleh bantuan tenaga dari mahasiswa-mahasiswa yang melakukan magang.
- Mempererat kerjasama dan mensinergikan visi misi perusahaan serta universitas.

3. Bagi Mahasiswa

- Dapat memahami proses dan pengelolaan energi pada dunia industri dan dapat menerapkannya
- Memiliki pengalaman ikut terlibat dalam bidang proses dan pengolahan energi di dunia industri
- Dapat berkomunikasi dan bekerja sama dalam tim di dunia kerja.
- Menambah kemampuan, pengetahuan dan wawasan mengenai implementasi Teknik Kimia di dunia kerja.

1.2.4 Metodologi Pengumpulan Data

Metodologi yang digunakan untuk memperoleh data dalam pelaksanaan magang melalui 3 hal yaitu metode studi *literature*, observasi, dan wawancara.

1.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan

Lokasi : Daring (*online*)

Waktu : 1 Agustus – 31 Oktober 2021

1.4 Nama Unit Kerja Tempat Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan Unit

Kerja : Departemen Proses dan Pengelolaan Energi

1.5 Kegiatan Magang

Magang merupakan suatu kegiatan studi lapangan dalam bidang produksi bahan- bahan kimia, yang mencakup aktifitas antara lain:

1. Mempelajari proses di pabrik *Utility*.
2. Mempelajari proses di pabrik Amonia.
3. Mempelajari proses di pabrik Urea.
4. Mempelajari proses di pabrik NPK.
5. Mengerjakan tugas khusus dan penyusunan laporan.

1.6 Jadwal Magang

Tabel 1. Jadwal Magang Departemen Proses dan Pengelolaan Energi

Kegiatan	Agustus				September			
	Mingg u1	Mingg u2	Mingg u3	Mingg u4	Mingg u1	Mingg u2	Mingg u3	Mingg u4
Pembekala n Magang								
Mempelajari proses di pabrikUtility								
Mempelajari proses di pabrik Amonia								
Mempelajari proses di pabrikUrea								
Mempelajari proses di pabrikNPK								
Mengerjakan tugas khusus								
Penyusunan Laporan								
	Oktober							
Penyusunan Laporan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4				

BAB II PROFIL PERUSAHAAN

2.1 Profil PT. Pupuk Kalimantan Timur

PT. Pupuk Kalimantan Timur adalah salah satu anak perusahaan dari Pupuk Indonesia *Holding Company* (PIHC) yang lahir untuk memenuhi kebutuhan pupuk yang semakin meningkat seiring dengan tingginya perkembangan pertanian di Indonesia. PT. Pupuk Kalimantan Timur merupakan perusahaan penghasil urea dan amoniak terbesar di Indonesia. Kapasitas produksi PT. Pupuk Kalimantan Timur mencapai 3,43 juta ton urea dan 2,74 juta ton amoniak, 350 ribu ton NPK, dan 45 ribu ton pupuk organik per tahun.

Saat ini PT. Pupuk Kalimantan Timur mengoperasikan 7 unit pabrik yaitu Pabrik-1A, Pabrik-2, Pabrik-3, Pabrik-4, Pabrik-5, Pabrik-6 Boiler Batubara, dan Pabrik-7 NPK. Pabrik-2 sampai dengan Pabrik-5 terdiri dari tiga unit yaitu unit Utilitas, Unit Amoniak dan Unit Urea, sedangkan Pabrik 1A memiliki tiga unit yaitu Unit Amoniak, dan Unit Urea. Setelah diresmikannya Pabrik-5, unit amoniak dan unit urea Pabrik-1 dihentikan oprasinya sehingga hanya unit utilitas saja yang masih beroperasi. Berikut kapasitas produksi amoniak dan urea di PT. Pupuk Kalimantan Timur sebagai berikut :

Tabel 2. Data Kapasitas Produksi Amoniak dan Urea PT. Pupuk Kalimantan Timur

Unit Produksi	Kapasitas Produksi		
	Ammonia	Urea	Pabrik-7 NPK
Pabrik-1A (POPKA dan Eks KPA)	660.000 ton/tahun	570.000 ton/tahun	350.000 ton/tahun
Pabrik-2	595.000 ton/tahun	570.000 ton/tahun	
Pabrik-3	330.000 ton/tahun	570.000 ton/tahun	
Pabrik-4	330.000	570.000	

	ton/tahun	ton/tahun	
Pabrik-5	825.000 ton/tahun	1.150.000 ton/tahun	
Total	2.740.000 ton/tahun	3.430.000 ton/tahun	350.000 ton/tahun

2.1.1 Visi dan Misi PT. Pupuk Kalimantan Timur

“Menjadi Perusahaan di bidang industri pupuk, kimia dan agribisnis kelas dunia yang tumbuh dan berkelanjutan.”

Misi

1. Menjalankan bisnis produk-produk pupuk, kimia portofolio investasi dibidang kimia, argo, energi, trading, dan jasa pelayanan pabrik yang bersaing tinggi.
2. Mengoptimalkan nilai perusahaan melalui bisnis inti dan pengembangan bisnis baru yang dapat meningkatkan pendapatan dan menunjang Program Kedaulatan Pangan Nasional.
3. Mengoptimalkan utilitas sumber daya di lingkungan sekitar maupun pasar global yang didukung oleh SDM yang berwawasan internasional dengan menerapkan teknologi terdepan.
4. Memberikan manfaat yang optimum bagi pemegang saham, karyawan, dan masyarakat serta peduli pada lingkungan.

2.1.2 Lambang PT. Pupuk Kalimantan Timur



Gambar 1. Lambang PT. Pupuk Kaltimantan Timur

Makna dari lambang PT. Pupuk Kalimantan Timur adalah sebagai berikut :

1. Segi lima, melambangkan Pancasila yang merupakan landasan idiil perusahaan.
2. Daun dan Buah, melambangkan kesuburan dan kemakmuran.
3. Lingkaran Putih Kecil, melambangkan letak lokasi Bontang dekat

Khatulistiwa.

4. Tulisan PUPUK KALTIM, melambangkan keterbukaan perusahaan memasuki era globalisasi.
5. Warna Jingga, melambangkan semangat sikap kreativitas membangun sikap profesional dalam mencapai kesuksesan usaha.
6. Warna Biru, melambangkan keluasan wawasan Nusantara dan semangat integritas untuk membangun bersama serta kebijakan dalam memanfaatkan sumber daya alam.

2.1.3 Nilai dan Budaya Perusahaan

PT. Pupuk Kalimantan Timur dalam mencapai visi dan misi, perusahaan membangun budaya perusahaan (**AKHLAK**) yang secara terus menerus disosialisasikan kepada pegawai, budaya kerja tersebut meliputi:

- **Amanah**
Memegang teguh kepercayaan yang diberikan.
- **Kompeten**
Terus belajar dan mengembangkan kapabilitas.
- **Harmonis**
Saling peduli dan menghargai perbedaan.
- **Loyal**
Berdedikasi dan mengutamakan kepentingan bangsa dan negara.
- **Adaptif**
Terus berinovasi dan antusias dalam menggerakkan atau menghadapiperubahan.
- **Kolaboratif**
Membangun kerjasama yang sinergis.

2.2 Produk

Berikut ini adalah beberapa produk yang diproduksi PT. Pupuk Kalimantan Timur. Ada empat jenis yaitu urea, ammonia, NPK, Pupuk Hayati dan Biodekomposer:

- a. Pupuk Urea disebut juga sebagai pupuk nitrogen karena memiliki kandungan nitrogen sebesar 46%. Urea dibuat dengan mereaksikan

-
- amoniak dengan karbon dioksida dalam suatu proses kimia menjadi Urea padat dalam bentuk prill (ukuran 1-3 mm) atau granul (ukuran 2-4 mm).
- b. Amoniak digunakan sebagai bahan mentah dalam industri kimia. Amoniak yang di produksi PT. Pupuk Kaltim dipasarkan dalam bentuk cair pada suhu -33 C dengan kemurnian minimal 99,5 % dan campuran (*impurity*) berupa air maksimal 0,5 %.
 - c. Produk pupuk majemuk NPK dari Pupuk Kaltim terdiri dari dua jenis, yaitu NPK Simple Blending dan NPK Fusion. NPK produk Pupuk Kaltim dapat digunakan dalam berbagai komposisi sesuai kebutuhan tanaman dan jenis tanah. Jenis pupuk ini mengandung tiga unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman. Semua bahan baku NPK berupa unsur nitrogen, fosfat, dan kalium berkualitas tinggi.
 - d. Pupuk Hayati, terdapat beberapa produk pupuk yang di produksi oleh PT. Pupuk Kalimantan Timur: Ecofert adalah merek dagang yang digunakan untuk pupuk hayati produksi PT. Pupuk Kalimantan Timur. Ecofert berfungsi untuk mendukung keberlanjutan budidaya pertanian ramah lingkungan dengan menjaga kesuburan dan kesehatan tanah, Biotara adalah pupuk hayati yang adaptif dengan tanah masam lahan rawa, sehingga mampu meningkatkan produktivitas tanaman di tanah masam lahan rawa.

2.3 Unit Utilitas

Unit utilitas merupakan bagian Pabrik 4 yang berfungsi sebagai sarana penyuplai kebutuhan bagi proses produksi ammonia dan urea. Produk - produk dari sistem utilitas sebagai penunjang jalannya proses utama pabrik diantaranya air, *steam*, listrik, dan udara. Sumber utama air adalah air laut yang digunakan sebagai pendingin, bahan baku proses klorinasi dan sebagai umpan proses desalinasi. Produk desalinasi kemudian diolah menjadi air demineralisasi yang digunakan sebagai umpan untuk pembuatan *steam* dan *make-up* air pendingin proses. Desalinasi berfungsi untuk mengolah air laut menjadi air tawar dengan cara menghilangkan kandungan garam kation dan anion yang terdapat dalam air laut dengan cara menguapkan air laut kemudian mengkondensasikan uap air yang telah bebas garam. Proses desalinasi menggunakan *steam* tekanan sedang-rendah (SML) 8,5 kg/cm².G

untuk memanaskan air laut dan membuat vakum dengan menggunakan *steam ejector* (*main ejector*) dan *ejector condenser*. Proses desalinasi air laut ini dilakukan dengan prinsip evaporasi, dimana air laut diuapkan sehingga garam - garamnya tertinggal, kemudian uapnya dilakukan kondensasi. Dengan demikian didapatkan air yang bebas garam. Hasil atau produk keluaran dari unit ini disebut dengan destilat. Unit desalinasi juga berfungsi untuk menurunkan konduktivitas sekecil mungkin, sekitar 10 % - 15 %.

Unit demineralisasi berfungsi untuk menyediakan air demineralisasi (air bebas mineral) sebagai air umpan *boiler* (BFW) atau air pendingin. Kandungan mineral dijaga serendah mungkin dengan menjaga parameter konduktivitas air demin di bawah $0,2 \mu\text{S}$. Apabila dalam air umpan *boiler* masih mengandung mineral-mineral dapat menyebabkan *hot spot* pada *tube boiler*. Umpan (bahan baku) pada unit ini terdiri dari air desalinasi, proses kondensat dari bagian Amoniak, dan *steam* kondensat. Mineral-mineral ini adalah kation (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^{2+} , Fe^{2+} ; K^+ , Mn^{2+}) dan anion (4HCO^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4).

Sistem air pendingin di Pabrik Amoniak menggunakan *sea water* dan *sweet cooling water*. Air laut di distribusikan sebagai pendingin di proses Amoniak, *circuit sweet cooling* dan *product destilate water* pada unit desalinasi. *Sweet cooling water* menggunakan sistem sirkulasi tertutup. *Sweet cooling water* yang telah digunakan untuk mendinginkan proses pada *cooler – cooler* akan didinginkan kembali dengan *sea water* di *marine plat heat exchanger*. Pada normal operasi 3 buah *Marine Plate Heat Exchanger* aktif dan 1 buah *stand by*. Kemudian *sweet cooling water* yang telah di dinginkan di distribusikan kembali ke *cooler – cooler* proses pendinginan.

2.4 Pabrik Amonia

Pabrik Amonia memproduksi Amonia yang digunakan sebagai bahan mentah dalam industri kimia. Amoniak cair yang masuk ke unit Urea dinaikkan tekanannya ke $23 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ menggunakan Amoniak booster pump 2-P-204 A/B (*tipe centrifugal*), kemudian sebagian kecil amoniak cair dikirim ke MP absorber sebagai reflux untuk menyerap CO_2 dan air dalam off gas, dan sisanya dikirim ke HP Loop menggunakan HP Amoniak Pump 2-P-201 A/B (*tipe centrifugal*) dengan tekanan $226 \text{ kg/cm}^2\text{G}$. Sebelum memasuki Reaktor Urea, amoniak cair dipanaskan terlebih dahulu di Amoniak Preheater 2-E-208 dan kemudian digunakan sebagai fluida penggerak

Carbamate Ejektor 2-J-201 untuk menarik karbamat dari Carbamate Separator 2-V-201 ke Reaktor Urea.

2.5 Pabrik Urea

Pabrik Urea Kaltim-4 memproduksi Urea granul, berkapasitas 1.725 MTPD menggunakan *Snamprogetti Stripping Process Low Energy up to date Technology* dengan memanfaatkan amoniak cair dan CO₂ yang diproduksi oleh unit Amoniak Kaltim-4. Kebutuhan bahan baku dan utilitasnya apabila pabrik beroperasi pada kapasitas 100 % adalah sebagai berikut :

CO₂ gas (basis 100% CO₂) : 52.406 kg/jam

NH₃ cair(basis 100% NH₃) : 40.502 kg/jam

Import steam 80K dari boiler : 61.000 kg/jam

Import steam SM : 3.700 kg/jam

Cooling Water

• *Seawater* : 1.430 t/jam (untuk 2-E-105)

: 5.940 t/jam (untuk 12-E-211 A/B)

• *Sweet Cooling Water* : 5.460 ton/jam

• *Emergency SCW* : 115 ton/jam

2.6 Pabrik NPK

Pembuatan Pupuk NPK yang umum dilakukan adalah melalui kimia, *fusion blending*. Perbedaan utama antara proses reaksi kimia dibandingkan dengan *fusion blending* adalah pipe reaktor-nya saja sedangkan granulator dan proses selanjutnya relatif sama. Alur proses secara umum pada pembuatan pupuk NPK meliputi : *Raw material feed treatment*, Reaksi Kimia (pada proses kimia), *Granulasi*, *Drying*, *Cooling*, *Screening*, *Coating*, dan *Waste Treatment*. Proses kimia merupakan proses pembuatan pupuk NPK yang memerlukan reaksi kimia sebelum dilakukan proses granulasi. Pada proses Fusion Blending tidak diperlukan reaksi kimia, namun diperlukan energi (panas) untuk melelehkan bahan baku pupuk agar dapat bersatu membentuk granul pada proses granulasi. Sedangkan pada proses mechanical blending pembentukan granulnya tidak diperlukan pelelehan bahan baku pupuk NPK. Bahan baku yang diperlukan untuk membentuk pupuk NPK (yang meliputi unsur N, P₂O₅ dan K₂O) dapat dihasilkan dari beberapa sumber yang berhubungan dengan proses yang digunakan.

BAB III TUGAS KHUSUS

3.1 Latar Belakang

Boiler merupakan alat pembangkit *steam* bertekanan dengan bahan baku air dan bantuan panas. Air yang digunakan adalah air demin hasil dari unit demineralisasi. Di Pabrik 2 terdapat dua jenis *boiler*, yaitu *package boiler* (PKB) dan *waste heat boiler* (WHB). Panas yang dibutuhkan untuk membangkitkan *steam* dari air diperoleh dari pembakaran *fuel gas* (PKB), dan untuk WHB dari pembakaran *fuel gas* dan panas *flue gas*. *Steam* yang dibangkitkan di *boiler* memiliki fungsi yang cukup besar bagi operasi pabrik. Penggunaan *steam* di antaranya adalah untuk menjalankan suatu proses di alat-alat proses, penggerak turbin, dan sebagai pemanas di alat-alat penukar panas (HE). *Steam* memiliki fungsi yang cukup beragam dan signifikan untuk operasi pabrik, maka dari itu diperlukan evaluasi alat pembangkit *steam* secara berkala. Pada pengerjaan tugas ini, dilakukan evaluasi performa *package boiler* di unit utilitas Pabrik-2. Evaluasi dilakukan dengan menghitung efisiensi PKB tersebut. Diharapkan, hasil evaluasi dapat menjadi acuan *maintenance* atau perbaikan alat.

3.1.1 Rumusan Masalah

- Berapa jumlah panas yang diserap untuk membangkitkan *steam* di *package boiler* Pabrik 2?
- Untuk apa saja panas pembakaran digunakan di *package boiler* Pabrik 2?
- Mengapa terjadi kehilangan panas di *package boiler* Pabrik 2?
- Bagaimana performa *package boiler* di Pabrik 2?

3.1.2 Tujuan

Tugas khusus ini bertujuan mengevaluasi kinerja *package boiler* unit utilitas Pabrik-2 dengan metode langsung dan tidak langsung.

3.1.3 Manfaat

Perhitungan efisiensi dan evaluasi performa *package boiler* dapat menjadi

saranadan acuan bagi Departemen Operasi Pabrik 2, khususnya Unit Utilitas, untuk mengetahui kondisi terkini *package boiler* di Pabrik-2 dan masalah-masalah yang mungkin dimiliki alat tersebut.

3.1.4 Tinjauan Pustaka

Boiler merupakan alat yang berfungsi menghasilkan *steam* dari air demin pada suhu dan tekanan tertentu dengan bantuan panas. Dengan kata lain, *boiler* berfungsi mengubah energi kimia dalam *fuel gas* menjadi energi panas untuk diserap oleh air sehingga *steam* terbentuk. Dengan pendidihan, terjadi perubahan fase dari cair menjadi gas (*steam*).

Dalam mendesain sebuah *boiler*, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, di antara lain:

1. Konstruksi sederhana, operasi dan perawatan yang mudah
2. Mampu menahan ekspansi dan kontraksi material
3. Memiliki ruang yang memadai untuk *steam* dan air umpan *boiler*
4. Menghasilkan *steam* yang bersih dari impuritas
5. Sirkulasi air yang baik
6. Memiliki *furnace* yang menghasilkan pembakaran yang efisien dan laju perpindahan yang maksimal
7. Responsif terhadap kebutuhan dan kelebihan muatan yang tiba-tiba
8. Memenuhi syarat keselamatan (*safety*)

3.1.4.1 Komponen Penyusun Package Boiler

Package boiler memiliki beberapa komponen utama yaitu:

a. Deaerator

Berfungsi menghilangkan gas-gas terlarut (terutama O_2) dari air demin sebelum diumpankan ke *boiler* dengan cara pemanasan, *stripping*, dan mereaksikan dengan bahan kimia

b. Economizer

Memanaskan *boiler feed water* (BFW) sebelum dialirkan ke *steam drum*, terdiri dari sekumpulan pipa yang disusun berjajar

c. *Steam drum*

Penampungan *boiler feed water* (BFW) untuk pembuatan *steam* sebagai pengumpul uap dan pemisah uap

d. *Downcomer dan riser*

Tempat di mana BFW dari *steam drum* diubah menjadi *saturated steam*, terdiri dari pipa-pipa dengan kapasitas pemanasan lebih tinggi dari *economizer*. Bagian ini berfungsi menangkap energi panas dari pembakaran gas dan meneruskannya ke BFW sehingga menjadi *steam*

e. *Water drum*

Berfungsi menampung air yang berasal dari *downcomer*

f. *Separator*

Separator terletak pada *steam drum* dan berfungsi memisahkan air dengan uap yang terbentuk.. Air yang telah terpisah kembali ke *drum* dan uap yang terpisahkan terus mengalir ke *superheater*

g. *Superheater*

Tempat di mana *saturated steam* dipanaskan lebih lanjut menjadi *superheated steam*

h. *Furnace*

Tempat berlangsungnya pembakaran

i. *Control device*

Berfungsi mengatur *boiler* agar dapat beroperasi pada keadaan yang diinginkan

j. *Cerobong (stack)*

Saluran pembuangan *flue gas* dan menarik api dari pembakaran

3.1.4.2 Jenis-jenis Boiler

Terdapat beberapa jenis *boiler*, yaitu:

1. Berdasarkan fluida yang mengalir dalam pipa:

a. *Fire tube boiler*

Fluida yang mengalir dalam pipa adalah gas nyala (hasil pembakaran) yang membawa panas, kemudian mentransfer panas ke BFW melalui *heating surface*. Pipa-pipa api berfungsi memudahkan distribusi panas ke *boiler*

b. *Water tube boiler*

Fluida yang mengalir dalam pipa adalah air. Panas ditransfer dari luar pipa, yaitu ruang bakar ke BFW.

1. Berdasarkan pemakaiannya:

a. *Boiler stasioner (tetap)*

Boiler yang didudukan di atas pondasi tetap, seperti *boiler* untuk pembangkit tenaga, untuk industri, dsb.

b. *Boiler pindah*

Merupakan jenis *boiler* yang dipasang pada pondasi yang berpindah-pindah, contohnya *boiler* lokomotif, *boiler* kapal, dsb.

2. Berdasarkan letak *furnace*:

a. *Internal steam boiler*

Pembakaran terjadi di dalam *boiler*. Kebanyakan *fire tube boiler* menggunakan sistem ini.

b. *Outer steam boiler*

Pembakaran terjadi di luar *boiler*. Kebanyakan *water tube boiler* menggunakan sistem ini.

3. Berdasarkan jumlah lorong (*boiler tube*):

- a. *Single tube steam boiler*
- b. *Multitubular steam boiler*

4. Berdasarkan poros tutup drum (*shell*):

- a. *Boiler tegak (vertical steam boiler)*
- b. *Boiler mendatar (horizontal steam boiler)*

5. Berdasarkan bentuk pipa:

- a. *Boiler dengan pipa lurus, bengkok, dan berlekuk*
- b. *Boiler dengan pipa miring-datar dan pipa miring-tegak*

6. Berdasarkan sistem peredaran air *boiler*:

- a. *Boiler dengan peredaran alami*

Peredaran air terjadi secara alami berdasarkan perbedaan berat, disebut juga aliran konveksi alami

- b. *Boiler dengan peredaran paksa*

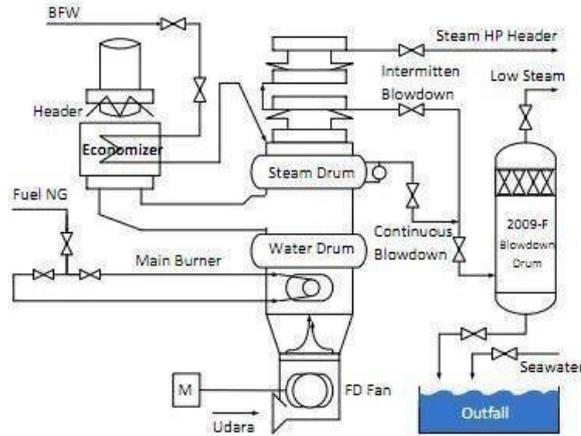
Boiler aliran paksa diperoleh dari sebuah pompa. Sistem ini digunakan pada *boiler* bertekanan tinggi.

7. Berdasarkan sumber panas untuk pembuatan *steam*:

- a. Bahan bakar alami
- b. Bahan bakar buatan
- c. Dapur listrik
- d. Energi nuklir.

3.1.4.3 Package Boiler Pabrik 2

Terdapat 2 jenis *boiler* di Pabrik-2, *package boiler* dan *waste heat boiler*. Perbedaan di antara keduanya adalah *package boiler* menggunakan bahan bakar gas



alam, sedangkan *waste heat boiler* menggunakan *flue gas* dan gas alam. *Package Boiler* di Pabrik-2 digunakan untuk membangkitkan *high pressure steam* (HS) dengan tekanan 80kg/cm² dan suhu 480°C. Gambar di bawah ini menunjukkan diagram proses pembangkitan *steam* di *package boiler*.

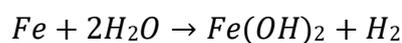
Gambar 2. Unit Package Boiler

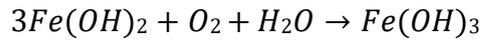
(Sumber: PT. Pupuk Kaltim)

Package boiler didesain untuk memproduksi 100 ton/jam *steam*. Panas yang digunakan adalah hasil pembakaran *fuel gas* dari KO drum 121-F dengan tekanan 7kg/cm² yang di *let down* menjadi 0,3 kg/cm². Udara untuk pembakaran disuplai dari *blower*. Untuk menjaga konsentrasi fosfat dalam *steam drum*, air di dalamnya di *blow down* secara *intermittent* dan dialirkan ke *blowdown drum* 1005-F bersama hasil *blow down* WHB.

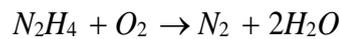
3.1.4.4 Korosi

Sebagai *boiler feed water*, air perlu memiliki kualitas yang baik dan dapat dipakai pada tekanan tinggi. Pada tekanan tinggi, kandungan padatan (solid) dalam air dapat menyebabkan korosi di *boiler*. Reaksi korosi pada umumnya terjadi karena peristiwa elektrokimia. Apabila baja kontak dengan air panas, *ferrous hydroxide* akan terbentuk dan berubah menjadi *ferry hydroxide*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:





Untuk menghindari terjadinya korosi, dilakukan beberapa *treatment* pada BFW. Pertama-tama, kandungan gas (terutama O₂) dihilangkan dalam deaerator menggunakan panas, *steam*, dan injeksi *hydrazine*. *Hydrazine* diinjeksikan untuk memastikan BFW tidak mengandung oksigen. Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut:



Dari proses deaerasi, diharapkan air demin mengandung kurang dari 0,007 ppm oksigen. Setelah melalui proses deaerasi, air demin diinjeksikan *ammonia anhydrous* untuk mempertahankan *range* pH antara 8,5-9,5 dan untuk mengikat CO₂. Bila pH air turun dan konduktivitas naik, dilakukan injeksi larutan fosfat (Na₃PO₄) untuk mencegah *scaling* dan korosi. Natrium fosfat akan bereaksi dengan kerak-kerak dan membentuk lumpur fosfat yang dapat dihilangkan dengan *blow down*.

3.1.4.5 Efisiensi Package Boiler

Efisiensi suatu *boiler* dapat diukur dari panas yang masuk ke *boiler* yang dikonversi ke panas keluar dalam bentuk *steam*. Kinerja *boiler* dapat berkurang

1. Pemanasan BFW sebelum memasuki *boiler*
2. Mengurangi panas yang dibawa *blowdown water*
3. Meminimalisir kemungkinan terbentuknya kerak atau kotoran pada permukaan *boiler*.

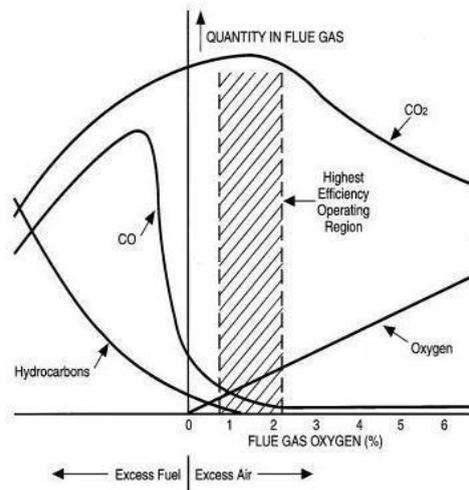
3.1.4.6 Pembakaran Efisien

Untuk memperoleh pembakaran yang paling efisien, jumlah *fuel gas* dan udara harus berada pada rasio tertentu. Pembakaran dengan rasio *fuel gas* dan udara yang merupakan “*perfect ratio*” ini disebut *stoichiometric combustion*.

Akan tetapi, untuk keamanan dan kemudahan *maintenance*, udara yang ditambahkan ke *furnace*, adalah udara *excess*. Hal ini dilakukan dengan tujuan mengurangi deposit karbon monoksida, *soot*,

smoke, dan *fuel* yang tidak terbakar. Jumlah *excess air* ini harus dijaga agar tidak menyebabkan turunnya efisiensi *boiler* secara drastis.

Efisiensi dapat turun dengan meningkatnya *excess air* diakibatkan meningkatnya *heat loss* yang diserap *excess O₂* dan gas-gas inert yang terkandung dalam udara. Gambar menunjukkan pengaruh *excess O₂* terhadap efisiensi *boiler*. Efisiensi tertinggi dicapai ketika kadar *excess O₂* berada di antara 1-2%, di atas rentang ini, efisiensi menurun.



Gambar 3. Pengaruh Excess Udara Terhadap Efisiensi Boiler

(Sumber: <http://www.wisdompage.com/SEUhtmDOCS/SEU11.htm>)

3.1.4.7 Panas Sensibel dan Panas Laten

Di dalam *boiler*, terjadi dua jenis proses, perubahan suhu serta perubahan fasa dari air menjadi uap. Jenis panas yang diserap juga terdiri dari panas sensibel dan panas laten. Panas sensibel adalah panas yang diserap dan digunakan untuk menaikkan suhu benda, dalam hal ini BFW dan *steam*. Sementara itu, panas laten adalah panas yang digunakan untuk mengubah fasa dari air menjadi *steam*. Panas sensibel dihitung menggunakan persamaan:

$$Q_{sensible} = m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$$

Panas laten dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{laten} = m \cdot Lv$$

Dimana :

M : massa benda

Cp : Kapasitas benda

Lv : panas laten

BAB IV TUGAS KHUSUS

4.1 Data yang Diperoleh

Dalam perhitungan efisiensi *package boiler*, diperlukan sejumlah data. Data diambil dari *logsheet* panel Pabrik 2 dan literatur. Berdasarkan cara pengambilan data ini, data dikelompokkan dalam dua jenis, yaitu data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara pengamatan dan pengukuran variabel operasi di lapangan. Data primer yang diperlukan adalah:

- Komposisi *natural gas* (diasumsikan kandungan air = 0)
- Laju alir BFW
- Laju alir gas
- Laju alir *steam* keluar *package boiler*
- Laju alir udara masuk pembakaran
- Tekanan *steam*
- Temperatur BFW di inlet *economizer*
- Temperatur BFW di outlet *economizer*
- Temperatur *fuel gas*
- Temperatur *flue gas* keluar *economizer*
- Temperatur *steam* di outlet *superheater 1*
- Temperatur *steam* di outlet *superheater 2*

Sementara itu, data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh melalui interpolasi dan ekstrapolasi data literatur. Data sekunder yang diambil seperti kapasitas panas, entalpi, serta data desain 2008-U.

4.2 Pengolahan Data

Efisiensi *package boiler* dapat dihitung dengan dua metode perhitungan, metode langsung (*direct method*) dan metode tidak langsung (*indirect method*).

4.2.1 Metode Langsung

Metode langsung menggunakan data *output* yang dihasilkan (*steam*) dan panas *input* (pembakaran *fuel gas*), karena hal ini metode langsung juga sering disebut metode *input-output*. Gambar 3.1 menunjukkan komponen perhitungan metode langsung.

Persamaan perhitungan efisiensi metode langsung sebagai berikut,

$$\text{efisiensi} = \frac{\text{panas yang digunakan untuk pembuatan steam}}{\text{panas pembakaran fuel gas}} \times 100\%$$

Perhitungan yang dilakukan terdiri dari,

$$Q_1 = m_{BFW} \cdot \int_{T_{BFW}}^{T_{out\ eco}} C_p\ BFW\ dT$$

$$Q_2 = m_{BFW} \cdot \int_{T_{out\ eco}}^{T_{sat}} C_p\ BFW\ dT$$

$$Q_3 = m_{steam} \cdot Lv$$

$$Q_4 = m_{steam} \cdot \int_{T_{sat}}^{T_{out\ superheater\ 1}} C_p\ steam\ dT$$

$$Q_5 = m_{steam} \cdot \int_{T_{in\ super\ heater\ 2}}^{T_{out\ super\ heater\ 2}} C_p\ steam\ dT$$

$$Q_{combustion} = m_{fuel\ gas} \cdot \int_{T_{BFW}}^{T_{out\ eco}} GHV\ fuel\ gas$$

$$Efisiensi = \frac{Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 Q_5}{Q_{combustion}} \times 100\%$$

$$Efisiensi = \frac{Q_{combustion}}{\text{steam produk}}$$

4.2.2 Metode Tidak Langsung

Metode perhitungan tidak langsung menggunakan data kehilangan panas atau *heat loss* sehingga disebut juga metode kehilangan panas. Perhitungan efisiensi secara umumnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = 100\% - (\text{Heat Loss 1} + \text{Heat Loss 2} + \text{Heat Loss 3} + \dots)$$

Kemudian, kehilangan panas yang diperhitungkan adalah sebagai berikut:

- Panas yang dibawa oleh *flue gas*
- Panas yang dibawa gas *inert*
- Panas yang dibawa aliran *blowdown*

Perhitungan dilakukan sebagai berikut

$$Q_{flue\ gas} = m_{flue\ gas} \cdot \int_{T_{ambient}}^{T_{flue\ gas}} C_p\ flue\ gas\ dT$$

$$\text{Heat loss 1} = \frac{Q_{flue\ gas}}{Q_{combustion\ flue\ gas}} \times 100\%$$

$$Q_{inert\ gas} = m_{inert\ gas} \cdot \int_{T_{inert\ in}}^{T_{flue\ gas}} C_{p\ inert\ gas} dT$$

$$Heat\ loss\ 2 = \frac{Q_{inert\ gas}}{Q_{combustion\ flue\ gas}} \times 100\%$$

$$Q_{blowdown} = m_{blowdown} \cdot \int_{T_{ambient}}^{T_{sat}} C_{p\ blowdown} dT$$

$$Heat\ loss\ 3 = \frac{Q_{blowdown}}{Q_{combustion\ flue\ gas}} \times 100\%$$

$$Efisiensi = 100\% - (\%heat\ loss\ 1 + \%heat\ loss\ 2 + \%heat\ loss\ 3)$$

Perhitungan dilakukan dengan membandingkan antara data sheet yang diberikan dengan perhitungan. Dapat dikatakan bahwa secara umum, variabel tetap dari perhitungan ini adalah jumlah produksi *steam*, sementara variabel bebasnya adalah tanggal pengambilan data, dan variabel terikatnya adalah efisiensi. Kisaran produksi *steam* yang dijadikan acuan adalah antara 1,740-1,770 Ton/hari. Dari acuan produksi *steam* ini, diperoleh tanggal pengambilan data yaitu tanggal 2 Juli 2016, 16 Juli 2016, 21 Juli 2016, dan 26 Juli 2016. Data yang diperoleh dari lapangan adalah sebagai berikut:

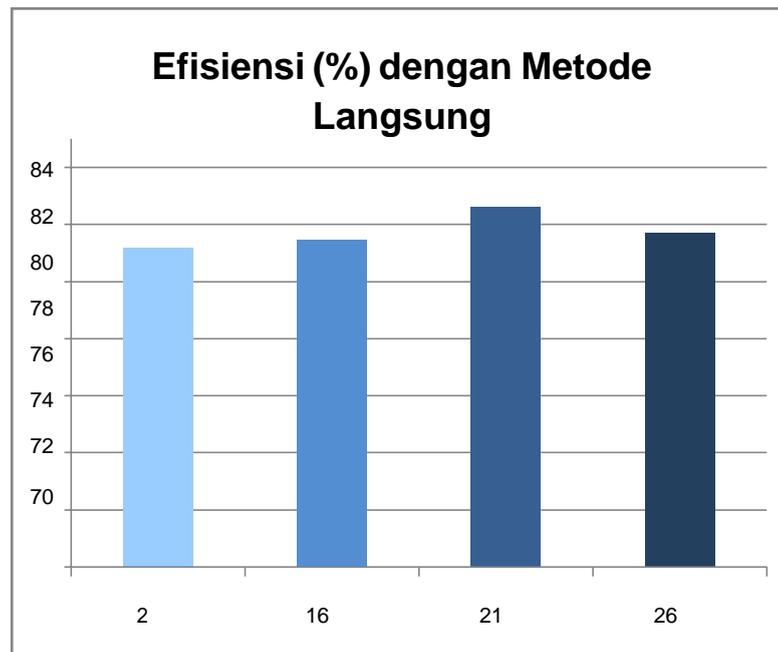
Tabel 3. Data Lapangan 2008-U

Parameter	Tanggal				Unit
	02/07/2016	16/07/2016	21/07/2016	26/07/2016	
Laju Alir BFW (FIC-4802)	82000	82500	81166,67	79000	kg/jam
T in <i>economizer</i> (TR-4802)	116,25	116,416667	116,17	116,17	°C
T out <i>economizer</i> (TR-4803)	192,58	194,42	193,50	192,67	°C
Tekanan <i>steam drum</i> (PI-4811)	84,08	84,42	83,83	83,75	kg/cm ²
Laju alir <i>steam</i> (FI-4803)	74666,67	76500	74083,33	71666,67	kg/jam
T out <i>superheater</i> 1	444,5	443,33	443,67	444,67	°C
T <i>superheated steam</i> (TR-4801)	482,75	483,75	484,08	484,58	°C
Laju alir <i>fuel gas</i>	5800	5916,67	5700	5600	Nm ³ /jam
GHV <i>natural gas</i>	1091,14	1093,42	1091,33	1089,03	Btu/scf
Flow Udara (FIC-4804)	70000	73333,33	70727,27	69250	Nm ³ /jam

T <i>flue gas</i> (TR-4805)	179,42	181,67	179,75	177,67	°C
Laju Alir <i>Blowdown</i> (FR-2027)	1227,08	1233,33	1215,91	1214,58	kg/jam

a. Metode Langsung

Hasil perhitungan efisiensi *package boiler* 2008-U ditampilkan pada gambar di bawah.

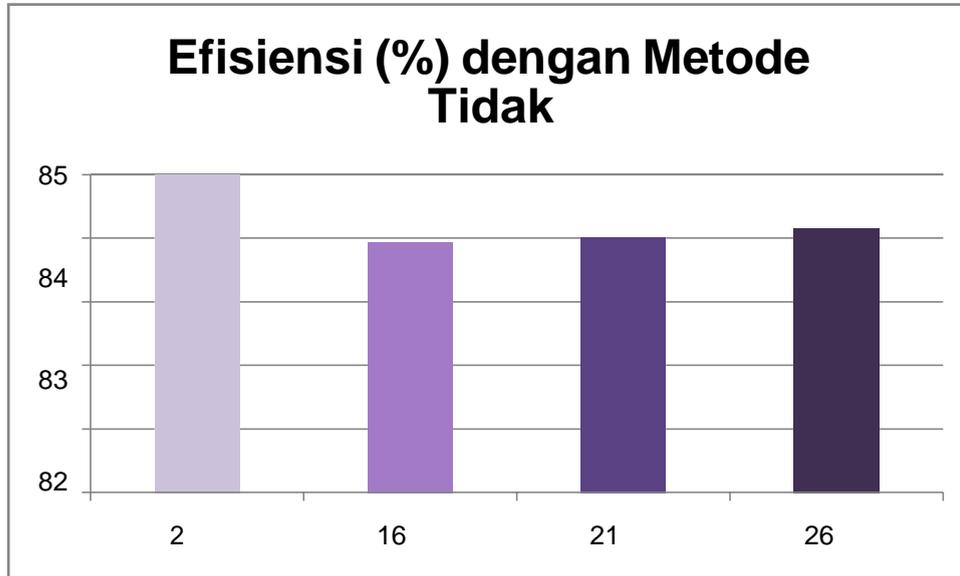


Gambar 4. Perbandingan Efisiensi dengan Metode Langsung

Terlihat bahwa efisiensi kerja *boiler* paling tinggi adalah pada tanggal 21 Juli 2016 sebesar 82,61 % sedangkan efisiensi kerja paling rendah adalah pada tanggal 2 Juli 2016 sebesar 81,19 %. Rendahnya efisiensi dapat disebabkan oleh tingginya konsumsi energi per ton *steam* produk. Misalnya, pada tanggal 2 Juli 2016, untuk memproduksi 1,766 ton *steam*, digunakan *fuel gas* dengan laju alir 5.600 Nm³/jam dan panas pembakaran sebesar 243.821.298 kJ/jam. Di sisi lain, konsumsi energi yang relatif rendah, menghasilkan efisiensi yang relatif lebih tinggi. Misalnya, pada tanggal 21 Juli 2016, untuk memproduksi 1,745 ton *steam*, digunakan *fuel gas* dengan laju alir 5.700 Nm³/jam dan panas pembakaran sebesar 248.697.848 kJ/jam. Sehingga, untuk memproduksi *steam* pada hari itu, digunakan energi sebesar blablabla kJ/ton *steam* produk.

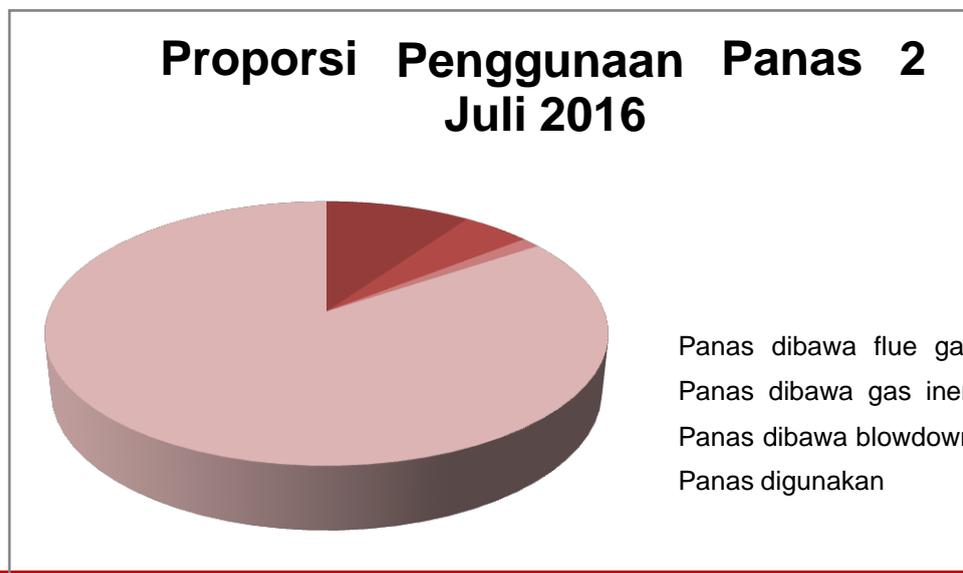
b. Metode Tidak Langsung

Gambar di bawah ini menunjukkan efisiensi boiler dengan metode tidak langsung.

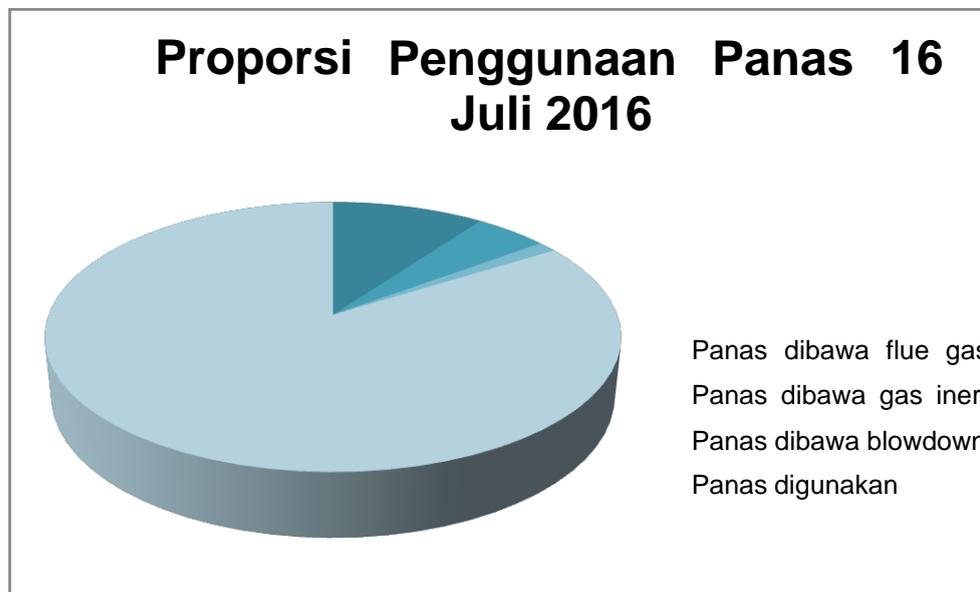


Gambar 5. Perbandingan Efisiensi dengan Metode Tidak Langsung

Terlihat bahwa efisiensi paling tinggi adalah pada tanggal 2 Juli 2016 sebesar 84,4%. Sementara itu, efisiensi paling rendah adalah pada tanggal 16 Juli 2016 dengan efisiensi 83,94 %. Dari kedua tanggal operasi ini dapat dibandingkan total kehilangan panas keduanya. Pada tanggal 2 Juli 2016, total *heat loss* adalah sebesar 15,6 %, yaitu 40.348.697 kJ/jam. Sementara itu, pada tanggal 16 Juli 2016, total *heat loss* adalah sebesar 16,06% yaitu 41.538.466 kJ/jam. Proporsi kehilangan panas untuk kedua tanggal operasi ditunjukkan pada *pie chart* berikut ini,



Gambar 6. Proporsi Penggunaan Panas Tanggal 2 Juli 2016



Gambar 7. Proporsi Penggunaan Panas 16 Juli 2016

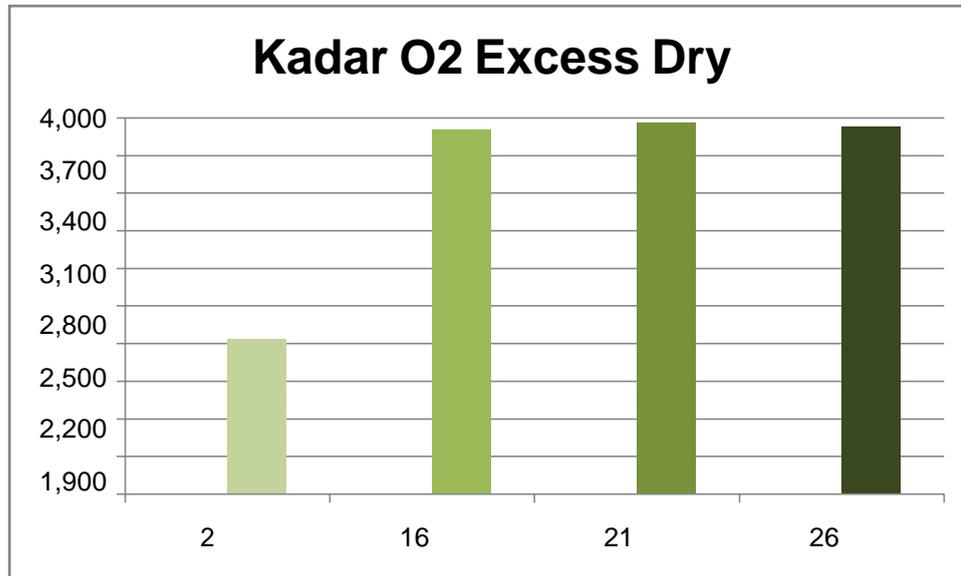
Pada tanggal 2 Juli 2016, penggunaan panas terbesar selain untuk menguapkan BFW adalah karena dibawa oleh aliran *flue gas*. Hal ini karena banyaknya gas-gas hasil pembakaran (CO_2 dan H_2O) yang terkandung dalam *flue gas*. Selain itu, terdapat juga gas N_2 dan O_2 *excess* dalam jumlah yang juga relatif besar.

Sedangkan pada tanggal 16 Juli 2016, total *heat loss* sebesar 16,06 %, yaitu sebesar 41.538.466 kJ/jam. Pada tanggal ini, *heat loss* terbesar juga terjadi karena *flue gas*. Dari perhitungan diketahui bahwa jumlah udara yang memasuki *furnace* lebih banyak dari pada tanggal-tanggal lain. Banyaknya udara yang masuk ke *furnace* menyebabkan tingginya *excess O₂*. Hal ini menyebabkan panas terbuang sia-sia terbawa oleh *flue gas* dan efisiensi menurun.

Dilakukan juga perhitungan dengan fitur *goalseek* Microsoft Excel untuk melihat laju alir *blowdown* yang dibutuhkan untuk mencapai efisiensi 85%. Dari perhitungan diperoleh *blowdown* yang diinginkan sebesar 1,2% dari *steam* produk. Untuk mencapai persentase ini maka laju alir *blowdown* harus sebesar 896 kg/jam.

c. **Kadar O₂ Excess**

Berikut adalah perbandingan kadar gas oksigen *excess* pada keempat tanggal pengambilan data.



Gambar 8. Perbandingan Kadar Oksigen Basis Kering

Kadar O₂ *excess (dry basis)* pada *flue gas* paling tinggi adalah pada tanggal 21 Juli 2016, sedangkan yang paling rendah adalah pada tanggal 2 Juli 2016. Kadar oksigen berbanding lurus dengan *flow* udara yang memasuki *burner*. Semakin besar kadar O₂ *excess (dry basis)* pada *flue gas*, maka semakin besar juga *flow* udara yang masuk ke *burner*, dan semakin tinggi kadar gas *inert* yang memasuki *boiler*. Kadar O₂ *excess (dry basis)* pada *flue gas* menyebabkan semakin banyak panas yang diserap sia-sia, baik oleh O₂ yang keluar melalui *stack*, maupun oleh gas-gas *inert* yang terkandung dalam udara. Meski demikian, gas oksigen berlebih masih diperlukan untuk memastikan pembakaran sempurna. Kadar *excess* gas O₂ ini yang perlu diperhatikan agar tidak mengorbankan efisiensi *boiler*.

Dengan perhitungan menggunakan fitur *goalseek* Microsoft Excel, diketahui bahwa untuk memperoleh efisiensi 85%, dibutuhkan *excess* O₂ sebesar 2,23%. Untuk memperoleh *excess* O₂ laju alir udara yang diperlukan adalah sebesar 66.070 Nm³/jam atau 2949,5 kmol/jam

BAB V TUGAS KHUSUS

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Efisiensi *boiler* dapat dihitung dengan metode langsung dan tidak langsung
2. Menggunakan perhitungan langsung, efisiensi yang paling tinggi adalah sebesar 81,2% pada tanggal 2 Juli 2016, dan paling rendah sebesar 79,25% pada tanggal 16 Juli 2016.
3. Menggunakan perhitungan tidak langsung, efisiensi yang paling tinggi adalah sebesar 76,2% pada tanggal 2 Juli 2016, dan paling rendah sebesar 75,2% pada tanggal 16 Juli 2016.
4. Berdasarkan asumsi yang diambil, efisiensi *boiler* dipengaruhi oleh kandungan O_2 *excess* di *flue gas* dan *blowdown*. Untuk memperoleh efisiensi 85%, kandungan O_2 *excess* bernilai 2,2% dan laju alir *blowdown* sebesar 1,2% dari *steam* produk.

5.2 Saran

Berdasarkan pengamatan dan perhitungan yang dilakukan, penyusun memberikan saran sebagai berikut:

5. Kadar O_2 *excess* perlu dijaga pada 2,2% (*flow* udara 66.070 Nm³/jam) sehingga mengurangi terbuangnya panas lewat *flue gas* dan dicapai efisiensi sebesar 85%.

Laju alir *blowdown* perlu dijaga sebesar 1,2% dari *steam* produk untuk memperoleh efisiensi 85%.

DAFTAR PUSTAKA

- Kern, D. G. 1950. "Process Heat Transfer". Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Perry, et al. 1984. "Perry's Chemical Engineering Handbook, 6th Ed". London: McGraw-Hill Kogakusha Ltd.
- Powell, S.T. 1954. "Water Condition for Industry". New York: McGraw-Hill Book Co
- Smith, J.M, Van Ness, Abbot, H.M. 1998. "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 7th Ed". New York: McGraw-Hill
- Yaws, Carl. 1999. "Chemical Properties Handbook". Beaumont, Texas: McGraw-Hill

LAMPIRAN

Parameter	Tanggal				Unit
	02/07/2016	16/07/2016	21/07/2016	26/07/2016	
Laju Alir BFW (FIC-4802)	82000	82500	81166,67	79000	kg/jam
T in economizer (TR-4802)	116,25	116,41667	116,17	116,17	JH
T out economizer (TR-4803)	192,58	194,42	193,50	192,67	JH
Tekanan steam drum(PI-4811)	84,08	84,42	83,83	83,75	kg/cm2
Laju alir steam (FI-4803)	74666,67	76500	74083,33	71666,67	kg/jam
T out superheater 1	444,5	443,33	443,67	444,67	JH
T superheated steam(TR-4801)	482,75	483,75	484,08	484,58	JH
Laju alir fuel gas	5800	5916,67	5700	5600	Nm3/jam
GHV natural gas	1091,14	1093,42	1091,33	1089,03	Btu/scf
Flow Udara (FIC-4804)	70000	73333,33	70727,27	69250	Nm3/jam
T flue gas (TR-4805)	179,42	181,67	179,75	177,67	JH
Laju Alir Blowdown (FR-2027)	1227,08	1233,33	1215,91	1214,58	kg/jam
Bukaan valve air di superheater 2 (TIC-4806)	44,67	42,75	41,82	42,25	%

Panas Sensibel pada Economizer

Laju alir BFW = 82.000 kg/jam = 4555,56 kmol/jam

T inlet economizer = 116,25 oC = 389,4 K

T outlet economizer = 192,58 oC = 465,73 K

Kapasitas panas BFW (Joule/,ol.K)

Kapasitas Panas	A	B	C	D
BFW	92,053	0,039953	-0,00021103	5,3469E-07

(Yaws, 1963)

Maka,

$$Q_1 = m_{BFW} \int_{T_{BFW}}^{T_{out.eco}} C_{pBFW} dT$$

Departemen Proses & Pengelolaan Energi

$$= m_{BFW} \cdot \int_{T_{BFW}}^{T_{out.0\infty}} (92,053 - 0,039953T - 0,00021103T^2 + 5,3469 \times 10^{-7}T^3) dT$$

$$= 27.267.151,58 \text{ kJ/jam}$$

2. Panas Sensibel pada Steam Drum

Laju alir BFW = 82.000 kg/jam = 4555,56 kmol/jam

Tekanan steam drum = 84,08 kg/cm² = 8245,76 kPa

Dari steam table,

T saturated steam = 297,06 oC = 570,21 K

Kapasitas panas BFW (Joule/mol.K)

Kapasitas	A	B	C	D
Panas steaam	92,053	-0,039953	-0,00021103	5,3469E-07

(Yaws, 1963)

Maka,

$$Q_2 = m_{BFW} \int_{T_{out.eco}}^{T_{sat.steam}} C_{pBFW} dT$$

$$m_{BFW} \cdot \int_{T_{out.eco}}^{T_{sat.steam}} (92,053 - 0,039953T - 0,00021103T^2 + 5,3469 \times 10^{-7}T^3) dT$$

$$= 42.650.611 \text{ kJ/jam}$$

3. Panas Laten Pembentukan Steam

$$\text{Massa steam produk} = 74666,67 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Tekanan steam drum} = 84,08 \text{ kg/cm}^2 = 8245,76 \text{ kPa}$$

$$T \text{ saturated steam} = 297,06 \text{ oC} = 570,21 \text{ K}$$

Dari steam table, pada $T = 297,06 \text{ oC}$ dan $P = 8245,76 \text{ kPa}$

$$\text{Kalor laten saturated steam} = 1426,29 \text{ kJ/kg}$$

Maka,

$$Q_3 = m_{\text{steam}} \cdot L_v$$

$$= 106.496.257 \text{ kJ/jam}$$

4. Panas Sensibel Pembentukan Superheated Steam

$$\text{Massa steam produk} = 74666,67 \text{ kg/jam} = 4148,15 \text{ kmol/jam}$$

$$T \text{ inlet superheater 1} = 297,06 \text{ oC} = 570,21 \text{ K}$$

$$T \text{ outlet superheater 1} = 444,5 \text{ oC} = 717,65 \text{ K}$$

Kapasitas panas steam (Joule/mol.K)

Kapasitas	A	B	C	D	E
Panas steam	33,933	-0,0084186	0,000029906	-1,7825E-08	3,6934E-12

(Yaws, 1963)

$$Q_4 = m_{\text{Steam}} \cdot \int_{T_{in.superheater\ 1}}^{T_{out\ superheater\ 1}} C_{P\ \text{Steam}} dT$$

$$= m_{\text{Steam}} \cdot \int_{T_{in.superheater\ 1}}^{T_{out\ superheater\ 1}} (33,933 - 0,0084186T + 0,000029906T^2 - 1,7825 \times 10^{-8}T^3 + 3,6934 \times 10^{-12}T^4) dT$$

$$= 22.504.937,88 \text{ kJ/jam}$$

5. Panas Sensibel pada Superheater 2

$$\text{Bukaan valve air di superheater 2} = 44,67\%$$

$$\text{Laju alir massa desuperheater} = 9,14 \text{ kmol/jam}$$

Dari simulasi Aspen Plus,

$$C_v = 0,88$$

$$T_{\text{in superheater 2}} = 441,438 \text{ oC} = 714,588 \text{ K}$$

$$\text{Massa steam campuran} = 4157,29 \text{ kmol/jam}$$

$$T_{\text{out superheater 2}} = 482,75 \text{ oC} = 755,9 \text{ K}$$

Kapasitas panas steam (Joule/mol.K)

$$\begin{aligned}
 Q_5 &= m_{\text{Steam}} \int_{T_{\text{in.superheater 2}}}^{T_{\text{out superheater 2}}} C_{P \text{ Steam}} Dt \\
 &= m_{\text{Steam}} \int_{T_{\text{in.superheater 2}}}^{T_{\text{out superheater 2}}} (33,933 - 0,0084186T + 0,000029906T^2 - 1,7825 \\
 &\quad \times 10^{-08}T^3 + 3,6934 \times 10^{-12}T^4) Dt \\
 &= 6.510.012 \text{ kJ/jam}
 \end{aligned}$$

6. Panas Combustion

$$\text{Laju alir fuel gas} = 5800 \text{ Nm}^3 / \text{jam}$$

$$\text{GHV fuel gas} = 1091,14 \text{ Btu/scf} = 43.623,67 \text{ kJ/Nm}^3$$

$$Q_{\text{combustion}} = m_{\text{fuelgas}} \cdot \text{GHV}_{\text{fuelgas}}$$

$$= 253.017.258 \text{ kJ/jam}$$

$$7. \text{ Efisiensi PKB Efisiensi} = \frac{(Q1+Q2+Q3+Q4+Q5)}{Q_{\text{combustion}}} \times 100\%$$

$$= \frac{205.428.969}{253.017.258} \times 100\%$$

$$= 81,2\%$$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan untuk tanggal 16 Juli 2016, 21 Juli 2016, dan 26 Juli 2016. Hasil perhitungan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Perhitungan	Hasil			
	02/07/2016	16/07/2016	21/07/2016	26/07/2016
Panas Sensibel pada Economizer (Q1)	27.267.152	29.591.337	28.877.578	27.812.955
Panas Sensibel pada Steam Drum (Q2)	42.650.611	36.594.915	36.171.718	35.478.222
Panas Laten pembentukan Steam (Q3)	106.496.257	108.955.321	105.778.947	102.363.345
Panas Sensibel pembentukan Superheated Steam (Q4)	22.504.938	22.829.048	22.230.541	21.664.742
Panas Sensibel pada Superheater 2 (Q5)	6.510.012	7.007.207	6.786.046	6.491.518
Panas Combustion (Qcombustion)	253.017.258	258.645.496	248.697.848	243.821.398

Metode Tidak Langsung

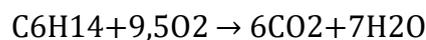
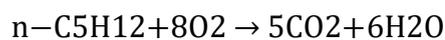
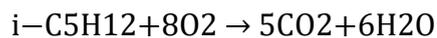
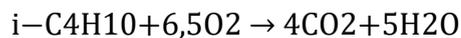
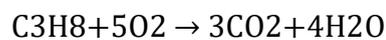
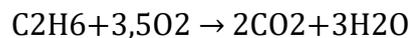
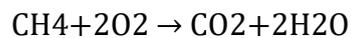
1. Panas yang dibawa flue gas

Komposisi fluel gas pada 2 juli 2016 dengan basis 1000 kg/jam, ditunjukkan pada tabel di bawah.

Komposisi	%mol	BM unsur	%mol x BM	kmol/jam
CH4	85,716	16,04	13,7488464	42,95217587

C2H6	4,036	30,07	1,2136252	2,022434339
C3H8	2,840	44,1	1,25244	1,423120298
i-C4H10	0,598	58,12	0,3475576	0,29965702
n-C4H10	0,708	58,12	0,4114896	0,354777877
i-C5H12	0,286	72,15	0,206349	0,143314227
n-C5H12	0,186	72,15	0,134199	0,093204358
C6+	0,411	86,18	0,3541998	0,205951564
CO2	5,160	44,01	2,270916	2,585669274
N2	0,059	28,01	0,0165259	0,029564823
Sulfur	0,000	32,06	0	0
		BM	19,9561485	
		Campuran		
		Mol	50,10986965	
		Campuran		

Reaksi yang terjadi di *burner* adalah sebagai berikut:



Asumsi I: Pembakaran sempurna Dengan asumsi di atas, dapat diperoleh data gas hasil pembakaran dengan basis 1000 kg/jam sebagai berikut:

Laju alir gas alam sebenarnya adalah 5800 Nm³/jam = 5167,22 kg/jam.

Untuk 5167,22 kg/jam gas,

Kebutuhan O₂ = 5167,22 kg/jam × 1000

kg/jam × 108,20 kmol/jam = 559,10 kmol/jam

CO₂ terbentuk = 5167,22 kg/jam × 1000

kg/jam × 56,3 kmol/jam = 290,93 kmol/jam

$$\text{H}_2\text{O terbentuk} = 5167,22 \text{ kg/jam} \times 1000$$

$$\text{kg/jam} \times 103.80 \text{ kmol/jam} = 536,34 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{Udara masuk burner} = 70.000 \text{ Nm}^3/\text{jam} = 3125 \text{ kmol/jam.}$$

Asumsi II: Udara mengandung 79% N₂ dan 21% O₂.

$$\text{O}_2 \text{ masuk burner} = 21\% \times 3125 \text{ kmol/jam} = 656,25 \text{ kmol/jam.}$$

$$\text{N}_2 \text{ masuk burner} = 79\% \times 3125 \text{ kmol/jam} = 2468,75 \text{ kmol/jam.}$$

Kandungan flue gas keluar stack:

$$\text{N}_2 = \text{N}_2 \text{ dalam udara} + \text{N}_2 \text{ dalam fuel gas} = 2468,90 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{O}_2 = \text{O}_2 \text{ masuk burner} - \text{O}_2 \text{ bereaksi} = 97,15 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{CO}_2 = \text{CO}_2 \text{ dalam fuel gas} + \text{CO}_2 \text{ terbentuk} = 304,29 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O terbentuk} = 536,34 \text{ kmol/jam}$$

(Asumsi III: Kandungan air dalam udara yang keluar di flue gas sangat kecil sehingga dapat diabaikan).

Komposisi flue gas yang keluar dari package boiler basis kering dan basis basah pada 2 Juli 2016 adalah sebagai berikut:

Komponen	Komposisi (<i>wet basis</i>)		Komposisi (<i>dry basis</i>)	
	Flowrate (kmol/jam)	Fraksi mol	Flowrate (kmol/jam)	Fraksi mol
N ₂	2468,903	0,725	2468,903	0,860
O ₂	97,152	0,029	97,152	0,034
CO ₂	304,288	0,089	304,288	0,106
H ₂ O	536,342	0,157	0	0
TOTAL	3406,685	1	2870,342	1

$$\text{Kadar O}_2 \text{ excess basis basah} = \frac{97,152 \text{ kmol/jam}}{3406,685} \times 100\% = 2,85\%$$

$$\text{Kadar O}_2 \text{ excess basis kering} = \frac{97,152 \text{ kmol/jam}}{2870,342} \times 100\% = 3,38\%$$

Kapasitas panas gas pada flue gas (Joule/mol.K)

Komponen	A	B	C	D	E
N2	29,342	-0,0035395	0,000010076	-4,3116E-09	2,5935E-13
O2	29,526	-0,0088999	0,000038083	-3,2629E-08	8,8607E-12
CO2	27,437	0,042315	-0,000019555	3,9968E-09	-2,9872E-13
H2O	33,933	-0,0084186	0,000029906	-1,7825E-08	3,6934E-12

(Yaws. 1963)

Suhu flue gas = 179,42 oC = 452,57 K

Perhitungan panas yang diserap N2 dan O2 keluar stack:

Asumsi IV: Suhu awal gas alam adalah suhu ambient (25oC)

Suhu ambient = 25 oC = 298,15 K

$$\begin{aligned}
 Q_{N2} &= m_{N2} \cdot \int_{T_{ambient}}^{T_{Flue\ gas}} C_{pN2} dT \\
 &= m_{N2} \cdot \int_{T_{ambient}}^{T_{Flue\ gas}} (29,342 - 0,0035395T + 0,000010076T - \\
 &\quad 4,3116 \times 10^{-9}T^2 + 2,5935 \times 10^{-12}T^3) dT \\
 &= 11.140.208 \text{ kJ/Jam}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan untuk panas yang diserap O2 keluar stack.

Perhitungan panas yang diserap CO2 dan H2O keluar stack:

Karena CO2 dan H2O dihasilkan lewat reaksi, maka keduanya tidak memiliki suhu awal (T=0 K).

$$\begin{aligned}
 Q_{CO2} &= m_{CO2} \cdot \int_0^{T_{Flue\ gas}} C_{pCO2} dT \\
 &= m_{CO2} \cdot \int_0^{T_{Flue\ gas}} (26,437 + 0,042315T - 1,95555 \times 10^{-5}T^2 - \\
 &\quad 3,9968 \times 10^{-9}T^3 - 2,987 \times 10^{-12}T^4) dT \\
 &= 4.925.522 \text{ kJ/Jam}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan untuk panas yang diserap H2O keluar stack.

Heat loss yang dibawa flue gas adalah sebagai berikut:

Perhitungan % *heat loss* karena aliran *flue gas*:

$$\text{Flow fuel gas} = 5800 \text{ Nm}^3/\text{jam}$$

$$\text{GHV fuel gas} = 43.624 \text{ kJ/Nm}^3$$

$$\text{Q Combustion} = \text{Flow fuel gas} \times \text{GHV fuel gas}$$

$$= 253.017.258 \text{ kJ/jam}$$

$$\% \text{ Heat Loss } 1 = \frac{24.693.099 \text{ kJ/jam}}{253.017.258 \text{ kJ/jam}} \times 100\% = \mathbf{9,76\%}$$

2. Panas yang Dibawa Gas *Inert*

Kandungan gas *inert package boiler*:

$$\text{H}_2\text{O dalam gas alam} = 10,09 \text{ lb/mm}^3\text{scf} = 0,044 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{CO}_2 \text{ dalam gas alam} = 2,59 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{O}_2 \text{ excess} = 97,15 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{N}_2 = 2468,90 \text{ kmol/jam}$$

Asumsi V: Udara hanya mengandung O₂ dan N₂, tidak ada gas *inert* lain

Kapasitas panas gas (Joule/mol.K)

Komponen	A	B	C	D	E
N ₂	29,342	-0,0035395	0,000010076	-4,3116E-09	2,5935E-13
O ₂	29,526	-0,0088999	0,000038083	-3,2629E-08	8,8607E-12
CO ₂	27,437	0,042315	- 0,000019555	3,9968E-09	-2,9872E- 13
H ₂ O	33,933	-0,0084186	0,000029906	-1,7825E-08	3,6934E-12

(Yaws, 1963)

$$\text{Suhu ambient} = 25^\circ\text{C} = 298,15 \text{ K} \quad \text{Suhu flue gas} = 179,42^\circ\text{C} = 452,57 \text{ K}$$

Panas yang dibawa gas inert adalah sebagai berikut:

Perhitungan Panas yang Dibawa Inert Gas		
Inert Gas	Flowrate (kmol/jam)	Panas Diserap (kJ/jam)
H ₂ O dalam gas alam	0,0444440103	234
CO ₂ dalam gas alam	2,585669274	16.266
O ₂ excess	97,15200893	450.340

N2	2468,902768	11.177.467
TOTAL	2568,684886	11.644.307

Perhitungan % heat loss karena gas inert:

Flow fuel gas = 5800 Nm³/jam

GHV fuel gas = 43.624 kJ/Nm³

Q Combustion = Flow fuel gas × GHV fuel gas = 253.017.258 kJ/jam

% Heat Loss 2 = $\frac{11.644.307 \text{ kJ/jam}}{253.017.258 \text{ kJ/jam}} \times 100\% = 4,60\%$

3. Panas yang Dibawa Aliran Blowdown

Mass flowrate blowdown = 1227,08 kg/jam

Suhu *blowdown* = 297,06 °C = 570,21 K Kapasitas panas *blowdown water*

A	B	C	D
92,053	-0,039953	-0,00021103	5,3469E-07

(Yaws, 1963)

Perhitungan % heat loss karena blowdown

Flow fuel gas = 5800 Nm³/jam

GHV fuel gas = 43.624 kJ/Nm³

Q Combustion = Flow fuel gas × GHV fuel gas

$$= 253.017.258 \text{ kJ/jam}$$

% Heat Loss 2 = $\frac{3.209.786,63 \text{ kJ/jam}}{253.017.258 \text{ kJ/jam}} \times 100\% = 1,27\%$

4. Perhitungan Efisiensi

% heat loss flue gas = 9,76%

% heat loss inert = 4,60%

% heat loss blowdown = 1,27%

Efisiensi = $100 - 9,76 + 4,60 + 1,27 = 84,37\%$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan untuk tanggal 16 Juli 2016, 21 Juli 2016, dan 26 Juli 2016. Dilakukan juga perhitungan untuk trial agar dapat mencapai efisiensi 85%. Hasil perhitungan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Perhitungan	Hasil					Unit
% <i>Heat Loss</i> karena <i>flue</i> <i>gas</i>	9,76	10,00	9,93	9,84	9,44475	%
% <i>Heat Loss</i> karena gas <i>inert</i>	4,6	4,81	4,77	4,70	4,28665	%
% <i>Heat Loss</i> karena blowdown	1,27	1,25	1,28	1,30	1,2686	%
Efisiensi PKB 2008-U	84,37	83,94	84,01	84,16	85	%

LEMBAR EVALUASI MAGANG

Dosen Pembimbing

Nama : Brigita Cahya Wulandari
NIM : 2031810005
Judul Magang : Evaluasi Performa Package Boiler 2008 – U Pabrik 2 PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk.

ASPEK	BOBOT (B) %	NILAI (N)	N X B
Penulisan Laporan (Kelengkapan, Kesesuaian, Konten, Referensi)	10 %	92	9,2
Aplikasi Keilmuan (Kesesuaian penyelesaian Masalah dengan teori)	25 %	90	22,5
Penguasaan Materi Magang (Pembelajaran yang didapatkan dimagang dan kerjasama)	50 %	95	47,5
Kerajinan dan Sikap	15 %	92	13,8
JUMLAH	100%	JUMLAH	93

Gresik, 25 Juni 2022
Dosen Pembimbing



(Anni Rahmat, S.T., M.T.)
NIP. 8318300

LEMBAR EVALUASI MAGANG

Pembimbing
Lapangan

Nama : Brigita Cahya Wulandari
NIM : 2031810005
Judul Magang : Evaluasi Performa Package Boiler 2008 – U Pabrik 2 PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk.

ASPEK	BOBOT (B) %	NILAI (N)	N X B
Penulisan Laporan (Kelengkapan, Kesesuaian, Konten, Referensi)	10 %	92	9,2
Aplikasi Keilmuan (Kesesuaian penyelesaian Masalah dengan teori)	25 %	90	22,5
Penguasaan Materi Magang (Pembelajaran yang didapatkan dimagang dan kerjasama)	50 %	95	47,5
Kerajinan dan Sikap	15 %	92	13,8
JUMLAH	100%	JUMLAH	93

Gresik, 25 Juni 2022
Pembimbing Lapangan



(Novian Johan Perdana, S.T)

NPK. 1604505

LEMBAR ASISTENSI MAGANG

Nama : Brigita Cahya Wulandari
NIM : 2031810005
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Magang : Evaluasi Performa Package Boiler 2008 – U Pabrik 2 PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk.

MAGANG dilaksanakan mulai 30 Juli 2021 s/d 30 Oktober 2021

No.	Tanggal	Kegiatan	Paraf Dosen Pembimbing
1	30 Juli 2021	Pembekalan Magang	
2	13 Agustus 2021	Mempelajari Proses di Pabrik Utilitas	
3	23 Agustus 2021	Mempelajari Proses di Pabrik Ammonia	
4	25 – 31 Agustus 2021	Mempelajari Proses di Pabrik Urea	
5	1 – 7 September 2021	Mempelajari Proses di Pabrik NPK	
6	23 September – 7 Oktober 2021	Mengerjakan Tugas Khusus	
7	8 Oktober – 30 Oktober 2021	Penyusunan Laporan	

Gresik, 25 Juni 2022
Dosen Pembimbing


(Anni Rahmat, S.T., M.T.)
NIP. 8318300

LEMBAR KEHADIRAN MAGANG

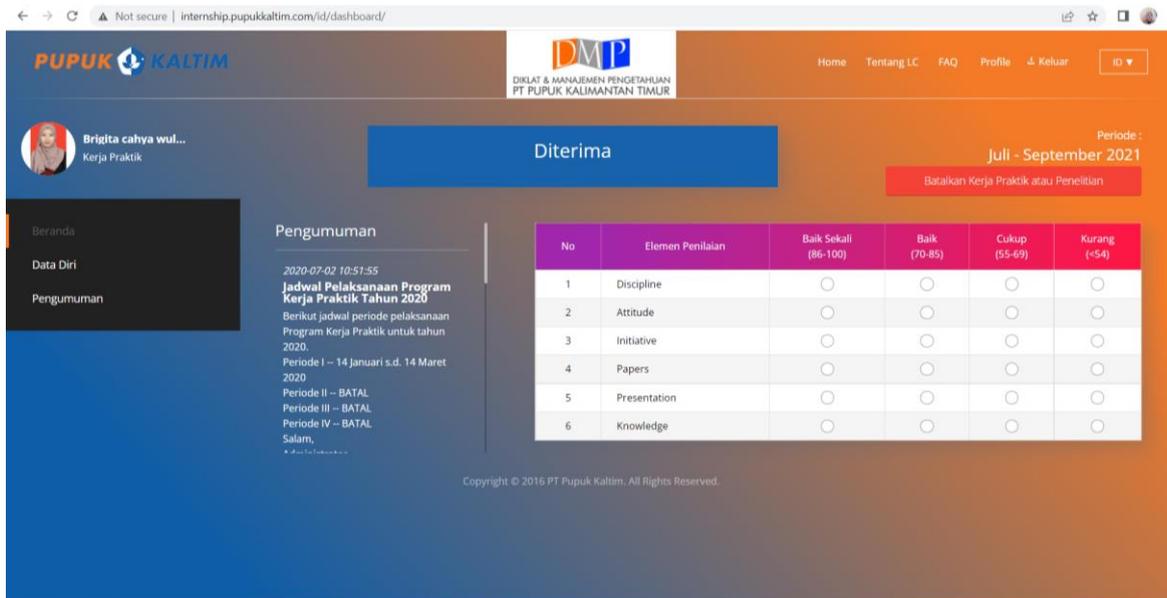
Nama : Brigita Cahya Wulandari
 NIM : 2031810005
 Program Studi : Teknik Kimia
 Judul Magang : Evaluasi Performa Package Boiler 2008 – U Pabrik 2 PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk.

MAGANG dilaksanakan mulai 30 Juli 2021 s/d 30 Oktober 2021

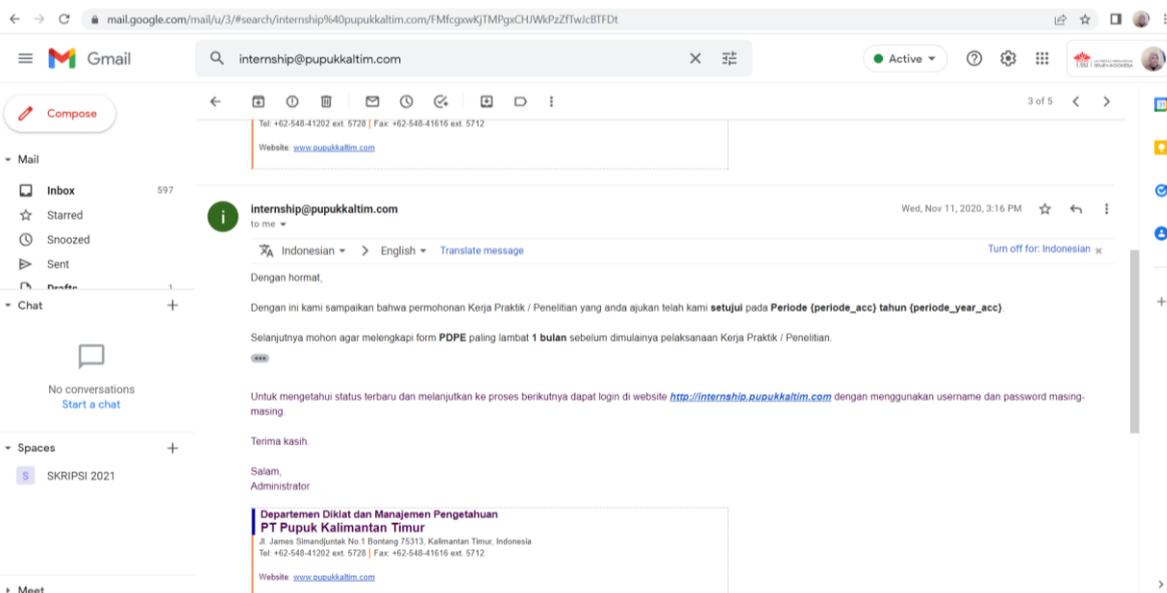
No.	Tanggal	Kegiatan	TTD Pelaksana	TTD Pembimbing Lapangan
1	31 Juli 2021	Pembekalan Magang		
2	13 Agustus 2021	Mempelajari Proses di Pabrik Utilitas		
3	23 Agustus 2021	Mempelajari Proses di Pabrik Ammonia		
4	25 – 31 Agustus 2021	Mempelajari Proses di Pabrik Urea		
5	1 – 7 September 2021	Mempelajari Proses di Pabrik NPK		
6	23 September – 7 Oktober 2021	Mengerjakan Tugas Khusus		
7	8 Oktober – 30 Oktober 2021	Penyusunan Laporan		

LAMPIRAN PENERIMAAN KERJA PRAKTIK INDUSTRI

- Pengajuan proposal pada tanggal 16 Juni 2020
- Diterima kerja praktik melalui email 11 November 2020
- Pelaksanaan kerja praktik industri 30 Juli 2021 – 31 Oktober 2021



No	Elemen Penilaian	Baik Sekali (86-100)	Baik (70-85)	Cukup (55-69)	Kurang (<54)
1	Discipline	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	Attitude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	Initiative	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	Papers	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	Presentation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Knowledge	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



internship@pupukkaltim.com
Wed, Nov 11, 2020, 3:16 PM

Dengan hormat,

Dengan ini kami sampaikan bahwa permohonan Kerja Praktik / Penelitian yang anda ajukan telah kami **setujui** pada **Periode (periode_acc)** tahun **(periode_year_acc)**.

Selanjutnya mohon agar melengkapi form **PDPE** paling lambat **1 bulan** sebelum dimulainya pelaksanaan Kerja Praktik / Penelitian.

Untuk mengetahui status terbaru dan melanjutkan ke proses berikutnya dapat login di website <http://internship.pupukkaltim.com> dengan menggunakan username dan password masing-masing.

Terima kasih.

Salam,
Administrator

**Departemen Diklat dan Manajemen Pengetahuan
PT Pupuk Kalimantan Timur**
Jl. James Simandjuntak No 1 Bontang 75313, Kalimantan Timur, Indonesia
Tel: +62-548-41202 ext. 5728 | Fax: +62-548-41616 ext. 5712
Website: www.pupukkaltim.com

LAMPIRAN
SURAT KETERANGAN SELESAI
KERJA PRAKTIK INDUSTRI



PENGUMUMAN

TENTANG
SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTIK INDUSTRI
PT PUPUK KALIMANTAN TIMUR Tbk.

Diinformasikan bahwa peserta kerja praktik industri yang namanya tertera dibawah ini,

Nama : Brigita Cahya Wulandari
NIM : 2031810005
Program Studi : Teknik Kimia
Status : Mahasiswa Universitas Internasional Semen Indonesia
Pembimbing Lapangan : Novian Johan Perdana, S.T.

Nama : Aprilliana Nikita Santosa
NIM : 2031810004
Program Studi : Teknik Kimia
Status : Mahasiswa Universitas Internasional Semen Indonesia
Pembimbing Lapangan : Ir. Ary Mega Permata, S.T., MSc.

Dinyatakan telah menyelesaikan kerja praktik industri di PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk.
pada departemen Proses Pengolahan Energi yang dilaksanakan secara Online pada;

Hari / Tanggal : Jum'at, 30 Juli 2021 – Jum'at 29 Oktober 2021
Tempat : Online (Ms Team)
Acara : **Kerja Praktik Industri Periode 3**

Demikian disampaikan, atas perhatian dan minat saudara kami ucapkan terima kasih.

Kalimantan Timur, 3 November 2021

Vice President Departemen
Proses & Pengolahan Energi



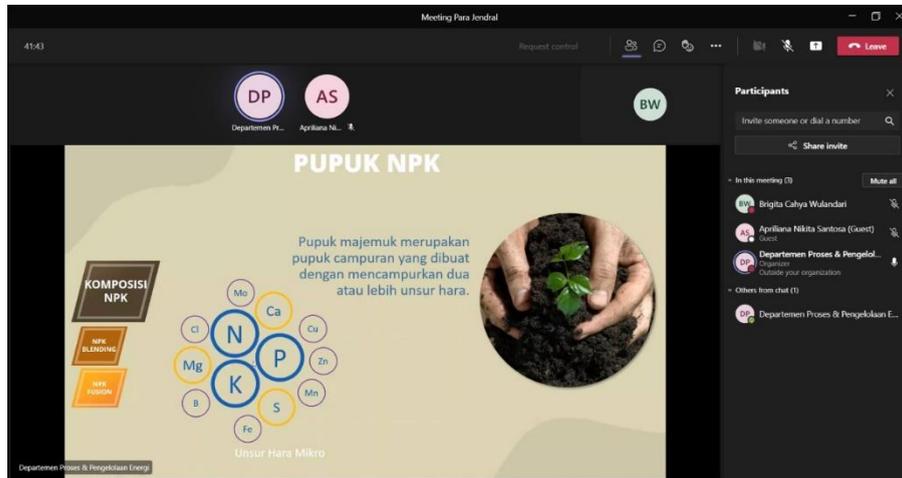
Ir. Mustanginah, S.T., M.A.B.
NPK. 4083755

Vice President Departemen
PSDM & Organisasi



Bondar Priandono
NPK. 4093887

LAMPIRAN KEGIATAN KERJA PRAKTIK SECARA ONLINE



PUPUK NPK

Pupuk majemuk merupakan pupuk campuran yang dibuat dengan mencampurkan dua atau lebih unsur hara.

KOMPOSISI NPK

- NPK BLENDING
- NPK FUSION

Unsur Hara Mikro

Participants: DP, AS, BW



PABRIK NPK

Bahan Baku Proses Produksi

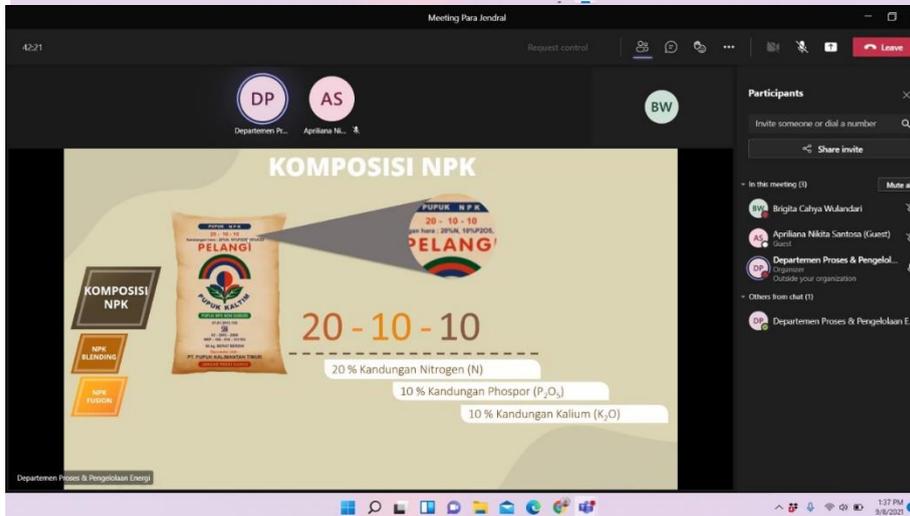
KOMPOSISI NPK

- NPK BLENDING
- NPK FUSION

Pengenalan NPK jenis Unsur Hara

Bahan Baku Proses Produksi

Participants: DP, AS, BW



KOMPOSISI NPK

PUPUK NPK PELANGI

20-10-10

- 20 % Kandungan Nitrogen (N)
- 10 % Kandungan Fosfor (P_2O_5)
- 10 % Kandungan Kalium (K_2O)

Participants: DP, AS, BW