# LAPORAN MAGANG

**EVALUASI PERFORMA *PACKAGE BOILER* 17-H-401 PABRIK 4 PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR**



# Disusun oleh :

**APRILIANA NIKITA SANTOSA (2031810004)**

# DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA

**GRESIK 2021**

# LAPORAN MAGANG

**EVALUASI PERFORMA *PACKAGE BOILER* 17-H-401 PABRIK 4 PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR**

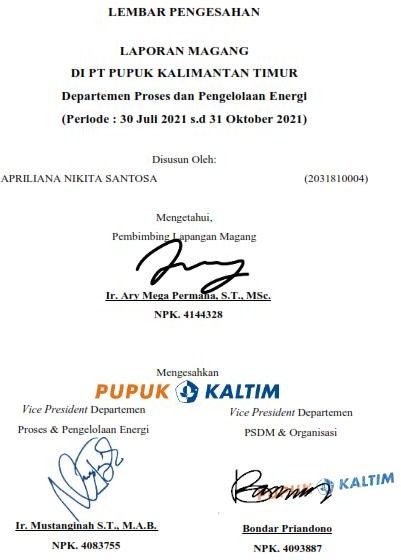


# Disusun oleh :

**APRILIANA NIKITA SANTOSA (2031810004)**

# DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA

**GRESIK 2021**





# KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat 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.A.B., 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.

Surabaya, 31 Oktober 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

[DAFTAR ISI 6](#_bookmark0)

[DAFTAR GAMBAR 8](#_bookmark1)

[DAFTAR TABEL 9](#_bookmark2)

[BAB](#_bookmark3) I [PENDAHULUAN 10](#_bookmark4)

* 1. [Latar Belakang 10](#_bookmark5)
  2. [Tujuan dan Manfaat 11](#_bookmark6)
     1. [Tujuan Umum 11](#_bookmark7)
     2. [Tujuan Khusus 11](#_bookmark8)
     3. [Manfaat 12](#_bookmark9)
     4. [Metodologi Pengumpulan Data 13](#_bookmark10)
  3. [Waktu dan Tempat Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan 13](#_bookmark11)
  4. [Nama Unit Kerja Tempat Pelaksanaan 13](#_bookmark12)
  5. [Kegiatan Magang 13](#_bookmark13)
  6. [Jadwal Magang 13](#_bookmark14)

[BAB II TINJAUAN PUSTAKA 15](#_bookmark15)

* 1. [Profil PT. Pupuk Kalimantan Timur 15](#_bookmark16)

[2..1.1 Visi dan Misi PT. Pupuk Kalimantan Timur 16](#_bookmark17)

* + 1. [Lambang PT. Pupuk Kalimantan Timur 16](#_bookmark18)
    2. [Nilai dan Budaya Perusahaan 17](#_bookmark19)
  1. [Produk 17](#_bookmark20)
  2. [Unit Utilitas Amoniak 18](#_bookmark21)
  3. [Produksi Gas Sintesis 20](#_bookmark22)

[BAB](#_bookmark23) III [TUGAS KHUSUS 21](#_bookmark24)

* 1. [Pendahuluan 21](#_bookmark25)
     1. [Latar Belakang 21](#_bookmark26)
     2. [Rumusan Masalah 21](#_bookmark27)
     3. [Tujuan 22](#_bookmark28)
     4. [Tinjauan Pustaka 22](#_bookmark29)
        1. [Boiler 22](#_bookmark30)
        2. [`Jenis-Jenis Boiler 23](#_bookmark31)
        3. [Pembakaran 24](#_bookmark32)
        4. [Perhitungan Panas Efisiensi Boiler 25](#_bookmark34)
        5. [Package Boiler Pabrik-4 27](#_bookmark36)
        6. [Performa Package Boiler 29](#_bookmark38)
        7. [DWSIM 29](#_bookmark39)
     5. [Metodologi 29](#_bookmark41)
        1. [Pengambilan Data 29](#_bookmark42)
        2. [Pengolahan Data 30](#_bookmark43)
     6. [Pembahasan 33](#_bookmark48)
        1. [Asumsi dan Pendekatan 34](#_bookmark49)
        2. [Validasi Model Data Aktual 35](#_bookmark51)
        3. [Hasil Simulasi Data Desain 35](#_bookmark52)
        4. Performance Boiler… 34

[BAB](#_bookmark54) IV [KESIMPULAN DAN SARAN 38](#_bookmark55)

* 1. [Kesimpulan 38](#_bookmark56)
  2. [Saran 38](#_bookmark57)

[DAFTAR PUSTAKA 39](#_bookmark58)

[LAMPIRAN SIMULASI 40](#_bookmark59)

## DAFTAR GAMBAR

[**Gambar 3 1** Boiler steam dan Mud drum 25](#_bookmark33)

[**Gambar 3 2** Skema Kehilangan Panas pada Boiler 26](#_bookmark35)

[**Gambar 3 3** DCS Pabrik 4. Package Boiler dan Fuel System (17-H-401) 28](#_bookmark37)

[**Gambar 3 4** Logo DWSIM 29](#_bookmark40)

[**Gambar 3 5** Data Desain Boiler 31](#_bookmark44)

[**Gambar 3 6** Data Komposisi Natural Gas 32](#_bookmark45)

[**Gambar 3 7** Proses Pemodelan Package boiler 34](#_bookmark50)

## DAFTAR TABEL

[**Tabel 3 1** Data Study Package Boiler 32](#_bookmark46)

[**Tabel 3 2** Reaksi kimia 33](#_bookmark47)

[**Tabel 3 3** Perbandingan Hasil Data Desaim,Data Simulasi dan Data *Actua*l 35](#_bookmark53)

## BAB I PENDAHULUAN

## 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 khsusnya 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 1uas 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, perancanagan alat, desain alat, konstruksi pabrik, trasformasi, 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 meng aplikasikan 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.

## Tujuan dan Manfaat

## 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. Menjalin hubungan kemitraan dan kerjasama antara dunia pendidikan dengan dunia industri.
      3. Menambah wawasan aplikasi keteknik-kimiaan dalam bidang industri.
      4. Mengetahui perkembangan teknologi dalam dunia industri yang modern.

## 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*.

* + - 1. Mengevaluasi performa *package boiler* 17-H-401 Pabrik 4 PT. Pupuk Kalimantan Timur.

## 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.

## Metodologi Pengumpulan Data

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

## Waktu dan Tempat Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan Lokasi : Daring (*online*)

**Waktu** : 1 Agustus – 31 Oktober 2021

* 1. **Nama Unit Kerja Tempat Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan Unit Kerja** : Departemen Proses dan Pengelolaan Energi

## 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.

## 

## Jadwal Magang

**Tabel 1 1** Jadwal Magang Departemen Proses dan Pengelolaan Energi

5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kegiatan | Agustus | | | | September | | | | Oktober | | | |
| Minggu 1 | Minggu 2 | Minggu 3 | Minggu 4 | Minggu 1 | Minggu 2 | Minggu 3 | Minggu 4 | Minggu 1 | Minggu 2 | Minggu 3 | Minggu 4 |
| Pembekalan Magang |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mempelajari  proses di pabrik Utility |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mempelajari  proses di pabrik Amonia |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mempelajari proses di pabrik NPK |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mengerjakan tugas khusus |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Penyusunan Laporan |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mempelajari proses di pabrik Urea |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

## 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 beroprasi. Berikut kapasitas produksi amoniak dan urea di PT. Pupuk Kalimantan Timur sebagai berikut :

**Tabel 2 1** 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  ton/tahun | 570.000  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 Visi

“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.

## Lambang PT. Pupuk Kalimantan Timur

**Gambar 2 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 dan sikap profesional dalam mencapai kesuksesan usaha.
      6. Warna Biru, melambangkan keluasan wawasan Nusantara dan

7

semangat integritas untuk membangun bersama serta kebijakan dalam memanfaatkan sumber daya alam.

## 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 menghadapi perubahan.

* Kolaboratif

Membangun kerjasama yang sinergis.

## Produk

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

* + 1. 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).
    2. 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 %.

8

* + 1. 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.
    2. 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.

## 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 %.

9

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 dibawah 0,2 µS. 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 (Mg2+, Ca2+, Na2+, Fe2+ ; K+, Mn2+) dan anion (4 HCO -, CO322-, Cl-, SO 2-, NO -, PO4**.**

Sistem air pendingin di Pabrik Amoniak menggunakan *sea water* dan *sweet cooling water.* Air laut di distribusikan sebagai pendingin di proses Amoniak, *sircuit 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.

## 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 kg/cm2G menggunakan Amoniak booster pump 2-P-204 A/B (*tipe centrifugal*), kemudian sebagian kecil amoniak cair dikirim ke MP absorber sebagai reflux untuk menyerap CO2 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 kg/cm2G. Sebelum memasuki Reaktor Urea, amoniak cair dipanaskan terlebih dahulu di Amoniak Preheater 2-E-208 dan kemudian digunakan sebagai fluida penggerak Carbamate Ejector 2-J-201 untuk menarik karbamat dari Carbamate Separator 2-V- 201 ke Reaktor Urea.

## Pabrik Urea

Pabrik Urea Kaltlm-4 memproduksi Urea granul, berkapasitas 1.725 MTPD

10

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 :

* + 1. CO2 gas (basis 100% CO2) : 52.406 kg/jam
    2. NH3 cair(basis 100% NH3) : 40.502 kg/jam
    3. Import steam 80K dari boiler : 61.000 kg/jam
    4. Import steam SM : 3.700 kg/jam
    5. 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

## 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.

11

## BAB III TUGAS KHUSUS

## Pendahuluan

## Latar Belakang

Pada dunia industri, peningkatan efisiensi penggunaan teknologi untuk pemanfaatan energi terus dilakukan. Salah satu upaya yang tersebut adalah study untuk peningkatan efisiensi pada boiler. Boiler merupakan suatu sistem yang mengambil panas dari pembakaran campuran bahan bakar dengan udara pembakaran di ruang bakar (*furnace*) dan mengubah energi panas tersebut menjadi tenaga uap yang berguna. Terjadinya pencampuran bahan bakar dengan udara pembakaran terjadi di pembakaran burner. Kemudian, gas panas hasil pembakaran (*flue gas*) dilewatkan pada *section-section* pemindah panas sehingga terjadi proses pemindah panas dari flue gas ke medium penyerap panas yaitu boiler.

Boiler merupakan salah satu peralatan yang menunjang Pabrik -4. Salah satu jenis boiler yang ada pada Pabrik-4 adalah *Package Boiler* yang dapat menghasilkan *superheated steam* pada tekanan 82 kg/cm2G (*high pressure*) dan pada *temperature* 480oC. Unit *boiler* ini dilengkapi dengan *steam drum, economizer, water drum, primary superheater, secondary superheater, desuperheater, down comer, riser dan FD fan*.

Peran boiler yang cukup krusial dalam kelangsungan operasi pabrik, oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi kinerja *package boiler* pada unit utilitas Pabrik-

4. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi pada boiler yaitu O2 *excess*, suhu keluaran *flue gas*, komposisi dan laju alir dari fuel gas. Oleh karena itu, laporan tugas khusus ini akan mengkaji lebih lanjut bagaimana performa *package boiler.*

## Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

* + - 1. Bagaimana cara mengevaluasi kinerja dari boiler terutama melalui parameter efisiensi berdasarkan data operasional dari setiap boiler pada data Study PKB ataupun simulasi DWSIM yang dilakukan?

12

* + - 1. Bagaimana cara mengetahui respon boiler ketika flow dari udara pembakaran diturunkan ataupun efisiensi *thermal*?

## Tujuan

Tujuan berdasarkan permasalahan diatas adalah sebagai berikut :

* + - 1. Untuk mengevaluasi kinerja dari boiler terutama melalui parameter efisiensi berdasarkan data operasional dari setiap boiler pada data Study PKB ataupun simulasi DWSIM yang dilakukan.
      2. Untuk respon boiler ketika flow dari udara pembakaran diturunkan ataupun efisiensi *thermal*.

## Tinjauan Pustaka

### Boiler

Dalam proses produksi Pabrik Pupuk atau Pabrik Kimia lainnya hampir selalu dijumpai penggunaan steam yang digunakan sebagai pemanas, penggerak mesin-mesin seperti steam turbin dan sebagai bagian dari proses reaksi. Boiler adalah suatu bejana tertutup yang mampu mengubah air menjadi steam dengan bantuan panas dari proses pembakaran bahan bakar yaitu batubara. Boiler secara efisien dapat mengubah air menjadi steam yang sangat panas dalam volume yang besar. Selain banyak digunakan pada unit pembangkitan termal khususnya PLTU, boiler juga digunakan pada pabrik-pabrik gula dan kelapa sawit sebagai penyedia uap untuk berbagai proses, seperti penggerak turbin uap untuk keperluan operasional, cleaning, automasi minyak, pemanasan atau pengeringan bahan baku, penguapan.

Sistem kerja boiler terdiri dari sistem air umpan atau air pengisi boiler, sistem uap, sistem bahan bakar serta sistem udara pembakaran dan gas buang. Sistem air umpan menyediakan air untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Sistem uap berfungsi untuk mengumpulkan dan mengontrol produksi uap dalam boiler. Sistem bahan bakar merupakan semua peralatan yang digunakan dalam menyediakan bahan bakar untuk mengahasilkan energi panas yang dibutuhkan, seperti *coal handling system* pada berbahan batu bakar, *oil handling system* pada berbahan minyak, dan natural gas system pada boiler berbahan bakar natural gas. Sistem udara pembakaran dan gas buang merupakan

13

semua peralatan yang digunakan dalam menyediakan udara sebagai suplai untuk pembakaran serta membuang dan mengontrol gas hasil pembakaran ke atmosfer.

## `Jenis-Jenis Boiler

Jenis-jenis boiler yang digunakan pada industry memiliki berbagai macam desain dan variasi dengan tujuan untuk menyesuaikan dengan jenis proses dan produk yang akan dihasilkan. Klasifikasi boiler berdasarkan tujuan dan konstruksinya boiler terbagi atas :

* + - * + *Package boiler*
        + *Industrial boiler*
        + *Utility boiler*
        + *Circulating fluidized bed boiler*
        + *Supercritical boiler*
        + *Marine boiler*

Namun pada umumnya boiler konvensional dapat dibedakan menjadi boiler pipa api (*Fire Tube Boiler*) dan pipa air (*Water Tube Boiler*).

* + - * + *Fire Tube Boiler*

Pada fire tube boiler, gas panas hasil pembakaran mengalir melalui pipa- pipa yang dibagian luarnya yang diselimuti air sehingga terjadi perpindahan panas dari gas panas ke air dan air berubah menjadi uap. *Fire tube boiler* biasanya digunakan untuk kapasitas steam yang relatif kecil dengan tekanan steam rendah sampai sedang*. Fire tube boiler* kompetitif untuk kapasitas steam sampai 12.000 kg/jam dengan tekanan sampai 18 kg/cm2. Boiler jenis ini banyak digunakan di pabrik-pabrik gula karena tidak memerlukan tekanan uap yang tinggi. *Fire tube boiler* dapat menggunakan bahan bakar minyak bakar, gas tau bahan bakar padat dalam operasinya.

* + - * + *Water Tube Boiler*

Pada boiler jenis ini, air berada di dalam pipa sedangkan gas panas berada di luar pipa. Ketel pipa air dapat beroperasi dengan tekanan sangat tinggi (lebih dari 100 bar). Ketel uap pipa air dapat bekerja optimal pula serta

14

sirkulasi air dan uap di dalam ketel juga berlangsung dengan baik. Boiler yang biasa digunakan pada instalasi pembangkitan tenaga listrik adalah jenis *water tube*.

## Pembakaran

Pembakaran terjadi secara proses kimia antara bahan-bahan yang mudah terbakar dengan oksigen dari udara untuk menghasilkan energi panas yang dapat digunakan untuk keperluan lain. Komponen utama bahan-bahan yang mudah terbakar adalah carbon, hidrogen, dan campuran lainnya. Dalam proses pembakaran, komponen terbakar menjadi karbon dioksida dan uap air (Bovery,1991). Proses pembakaran sempuma dapat diartikan bahwa dalam proses pembakaran senyawa-senyawa yang dihasilkan diantaranya adalah karbon dioksida (C02) dan uap air (H20). Proses pembakaran tersebut sesuai dengan persamaan kimia berikut ini :

C + O2 → CO2 2H2 + O2 → 2H2O

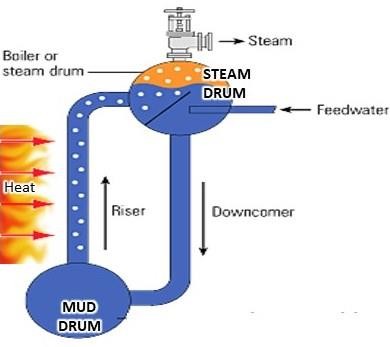
Terdapat beberapa hal yang perlu diketahui pada saat terjadi proses pembakaran yakni sebagai berikut :

1. Pembakaran dengan udara kurang Pada proses ini tidak terjadi perpindahan karena kapasitas udara sedikit yang memungkinkan produk bereaksi dan menghasilkan produk samping, seperti CO, CO2, uap air, O2 dan N2.
2. Pembakaran dengan udara berlebih Pada proses ini terjadi perpindahan panas yang akan berkurang dan panas hilang karena bahan bakar berlebih serta ada bahan bakar yang tidak terbakar yang menghasilkan produk samping, seperti CO2, uap air, O2 dan N2.
3. Pembakaran dengan udara optimum Pada proses ini terjadi perpindahan panas yang maksimum dan panas yang hilang minimum serta terdapat hasil pembakaran seperti CO2, uap air dan N2.

Penilaian suatu pembakaran berlangsung efisien atau tidak dapat diketahui melalui angka perbandingan antara jumlah udara aktual dengan jumlah udara teoritisnya yang diperlukan dalam pembakaran atau dengan melihat seberapa besar kelebihan udara aktual dari kebutuhan udara teoritisnya (dalam persen). Untuk

15

mengetahui jumlah udara aktual, kandungan O2 atau CO2 dalam gas buang (persen volume basis kering) harus diketahui melalui pengukuran, sedangkan udara teoritis dihitung dari stokiometrik.



**Gambar 3 1** *Boiler steam* dan *Mud drum*

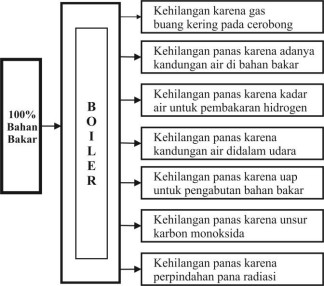
## Perhitungan Panas Efisiensi Boiler

Efisiensi adalah tingkatan kemampuan kerja dari suatu alat. Sedangkan efisiensi pada boiler adalah tingkat kemampuan kerja boiler atau ketel uap yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan ke atau diserap oleh fluida kerja di dalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar. Tingkat efisiensi pada boiler atau ketel uap berkisar antara 70% hingga 90%. Efisiensi pada boiler dapat dikaji dengan menggunakan dua metode sebagai berikut:

* + Metode langsung : energi yang didapat dari fluida kerja (air dan steam) dibandingkan dengan energi yang terkandung dalam bahan bakar boiler.
  + Metode tidak langsung: efisiensi merupakan perbedaan antara kehilangan dan energi yang masuk.

Efisiensi boiler merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan boiler dalam mengubah air menjadi uap dengan menggunakan kalor hasil pembakaran. Kehilangan - kehilangan panas yang terjadi pada boiler ditunjukkan Gambar 3.1.

16



**Gambar 3 2** Skema Kehilangan Panas pada Boiler

Dari penjelasan skema di atas dapat dijabarkan kerugian atau kehilangan panas (*heat loss*) sebagai berikut :

* + - Kehilangan panas karena gas buang kering

Gas asap hasil pembakaran yang keluar dari boiler masih memiliki kalor yang tinggi. Kalor yang berasal dari gas buang tersebut dimanfaatkan kembali dengan menggunakan media air heater yang berfungsi untuk memanaskan udara pembakaran. Gas asap yang keluar dari air heater juga masih memiliki kalor, tetapi sudah tidak dapat dimanfaatkan kembali. Hal ini menimbulkan kerugian yang disebut kehilangan panas karena terbawa gas buang kering.

* + - Kehilangan panas karena adanya kandungan air dalam bahan bakar.

Air dalam bahan bakar tidak akan bereaksi dalam proses pembakaran dan akan menyerap sebagian kalor dari hasil pembakaran. Akibatnya akan mengurangi kalor yang digunakan oleh boiler untuk menguapkan air umpan (*Feed Water*). Kerugian ini yang disebut sebagai kehilangan panas karena adanya kandungan air dalam bahan bakar.

* + - Kehilangan panas karena kadar air untuk pembakaran hidrogen dalam bahan bakar Unsur hidrogen yang ada di dalam bahan bakar menyebabkan terjadinya uap air (H2O) pada proses pembakaran. Kemudian kalor yang timbul akibat pembakaran bahan bakar di boiler sebagian diserap oleh uap air ini. Hal ini yang menyebabkan terjadinya pengurangan kalor yang digunakan

17

oleh boiler untuk menguapkan air umpan (feed water) sehingga menimbulkan kerugian yang berdampak terhadap penurunan effisiensi boiler. Kerugiaan ini disebut sebagai kehilangan panas karena kadar air untuk pembakaran hidrogen dalam bahan bakar.

* + - Kehilangan panas karena kandungan air di dalam udara pembakaran Udara pembakaran yang diambil dari udara bebas selalu mengandung uap air. Uap air ini tidak bereaksi selama proses pembakaran, tetapi hanya akan bercampur dengan gas-gas asap hasil pembakaran. Uap air ini akan menyerap sebagian kalor yang dihasilkan oleh pembakaran dalam boiler sehingga mengurangi kalor yang digunakan oleh boiler untuk menguapkan air umpan.
    - Kehilangan panas karena uap untuk pengabutan bahan bakar

Uap atau *steam* digunakan untuk menspray atau mengatomisasi bahan bakar residu sehingga dapat menyemprot ke dalam ruang bahan bakar. Akan tetapi, uap atau steam ini akan bercampur dengan gas-gas hasil pembakaran dan ikut menyerap sebagian kalor dari hasil pembakaran. Adanya uap air ini dapat mengurangi kalor yang digunakan oleh boiler untuk menguapkan air umpan (*Feed Water*). Kerugian ini yang disebut sebagai kehilangan panas karena uap untuk pengabutan bahan bakar.

* + - Kehilangan panas kaena terdapatnya unsur karbon monoksida

Kerugian panas yang terjadi karena abu atau terak yang masih mengandung kalor dan masih dapat digunakan. Kerugian ini disebut sebagai kehilangan panas karena terdapatnya unsur karbon monoksida.

* + - Kehilangan panas karena perpindahan panas atau radiasi

Radiasi panas yang keluar dari dinding - dinding boiler ikut mengurangi kalor yang digunakan oleh boiler untuk menguapkan air umpan (*feed water*). Hal ini menimbulkan kerugian pula yang disebut kehilangan panas karena perpindahan panas atau radiasi.

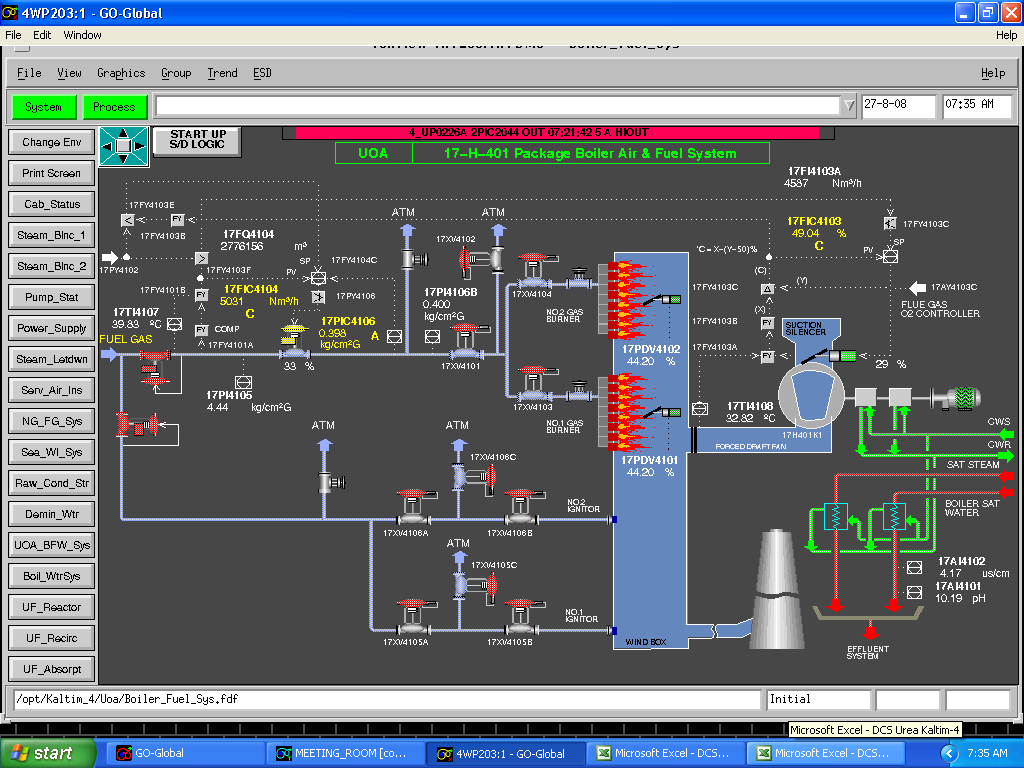
* + - 1. ***Package Boiler* Pabrik-4**

*Package boiler* pada Pabrik-4 berfungsi untuk menghasilkan superheated steam dengan tekanan 82 kg/cm2G. Panas yang akan digunakan untuk pembentukan *steam* berasal dari pembakaran *fuel gas* yang mempunyai tekanan sebesar 5

18

kg/cm2G. Air umpan untuk boiler jenis pipa air ini memasuki unit boiler dengan laju alir 100.000 kg/jam dan *temperature* 127oC. Sebelumnya, air umpan boiler ini telah melewati beberapa tahap pemurnian dan penghilangan mineral serta melalui dearator untuk menghilangkan gas terlarut.

Air umpan adalah air yang disuplai ke boiler untuk diubah kembali menjadi steam. Dua sumber air umpan adalah: (1) kondensat atau steam yang mengembun yang kembali dari proses, dan (2) *air makeup* (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpankan dari luar ruang boiler dan plant proses. Air umpan dialirkan ke steam drum dan dipanasi oleh pembakaran *fuel gas* hingga berubah menjadi uap atau steam. Proses pemanasan awal masih menghasilkan uap basah atau *steam saturated*. Agar dapat memperoleh superheated steam, maka uap harus dipanaskan kembali hingga menjadi uap kering. *Steam* kering dapat diperoleh dengan mengirim *saturated steam* ke *primary superheater* agar *temperature* mencapai 400–500oC. Untuk mengendalikan *temperature* uap, maka uap dialirkan ke *desuperheater* dan akhirnya memasuki *secondary* agar dapat dipanaskan hingga 485oC.



**Gambar 3 3** DCS Pabrik 4. Package Boiler dan Fuel System (17-H-401)

19

* + - 1. **Performa *Package Boiler***

Untuk mengetahui performa dari *package boiler* ini dapat diketahui dengan cara menghitung efisiensi dari nilai O2 *excess*, suhu *flue gas*, dan kondisi operasi lainnya yang diketahui dengan menggunakan simulasi DWSIM dengan membandingkan antara hasil desain dan aktualnya.

## DWSIM

DWSIM merupakan sebuah software simulatot proses kimia *multiplatform* untuk Windows, Linux, Android, macOS dan iOS. DWSIM memungkinkan pengguna untuk lebih memahami tingkah laku dari s istem kimia yang mereka rancang dengan menggunakan model termodinamika dan unit operasi, tanpa biaya apapun. DWSIM berlisensi GNU *General Public Licence* yang berarti berlisensi beban ( *open source*). Logo DWSIM tampak seperti pada Gambar 3.2 yang melambangkan unit operasi yang sering digunakan dalam proses kimia. Menunjukan bahwa *software* DWSIM merupakan *software* yang berguna untuk melakukan simulasi proses-proses kimia.



**Gambar 3 4** Logo DWSIM

## Metodologi

Untuk melakukan evaluasi performa *package boiler* pada Pabrik Kaltim-4 ini, hal yang dilakukan adalah dengan cara menghitung besarnya nilai O2 *excess*, suhu keluaran *flue gas*, komposisi dan laju alir dari *fuel gas* menggunakan simulasi DWSIM.

## Pengambilan Data

Data-data yang diperlukan antara lain :

* + - * 1. Deskripsi proses di unit ammonia Kaltim-4

20

* + - * 1. Data *sheet* desain *package boiler* pada Pabrik-4
        2. Data *actual* desain *package boiler* pada Pabrik-4

Data aktual yang diambil dari DCS Kaltim-4 yaitu data pada tanggal 29 September 2021.

## Pengolahan Data

Efisiensi pada *Package Boiler* Pabrik 4 dilakukan dengan menggunakan *software* simulasi DWSIM. Data yang digunakan berkaitan dengan laju alir, tekanan, suhu pada setiap aliran dan O2 *excess* yang terbentuk di *flue gas*. Keseluruhan data yang diperoleh berasal dari data DCS (*Distributed Control System*), telaah pustaka, dan software DWSIM v6.6.2.

## Data Primer

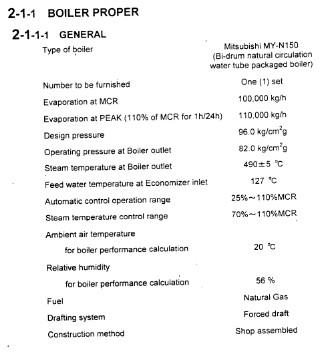
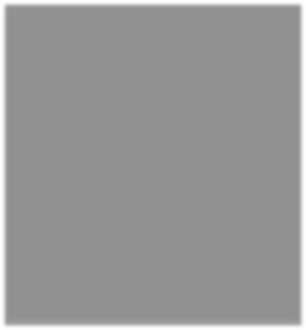
Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran besaran operasi alat yang bersangkutan secara langsung di lapangan. Dalam data ini, data diambil dari laporan analisis laboratorium, data history DCS *control room*, serta laporan performa harian. Data-data yang diambil seperti :

* 1. Kommposisi NG-Fuel
  2. *Temperature NG-Fuel*
  3. *Pressure NG-Fuel*
  4. *Mass Flow NG-Fuel*
  5. *Molar Flow NG-Fuel*
  6. Komposisi udara yang masuk
  7. *Temperature* udara yang masuk
  8. *Pressure* udara yang masuk
  9. *Mass Flow* udara yang masuk
  10. *Molar Flow* udara yang masuk
  11. *Pressure drop RC-01*
  12. *Energy flow* pada *steam*
  13. *Cold Fluid Pressure Drop Heat Exchanger*
  14. *Hot Fluid Pressure Drop Heat Exchanger*
  15. *Heat Transfer Efficiency*
  16. *Temperature BD Feed*

21

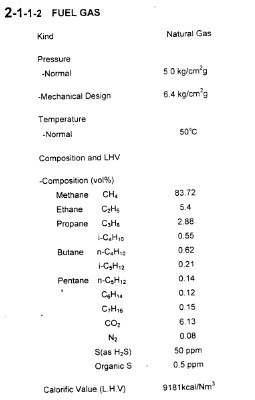
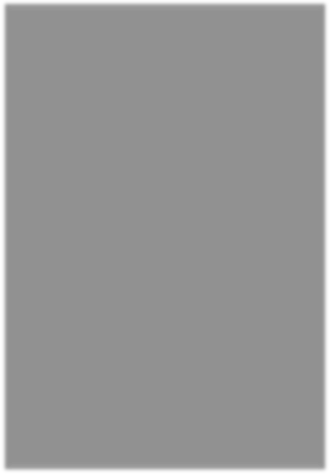
* 1. *Pressure BD Feed*
  2. *Mass Flow BD Feed*
  3. *Molar Flow BD Feed*
  4. Komposisi pada *BD Feed*
  5. *Pressure Drop* pada pendingin
  6. *Efficiency* pada pendingin
  7. *Outlet Temperature* pada pendingin
  8. *Temperaute Boiler Feed Water* (BFW)
  9. *Pressure Boiler Feed Water* (BFW)
  10. *Mass Flow Boiler Feed Water* (BFW)
  11. Molar Flow *Boiler Feed Water* (BFW)

Data primer yang diperoleh adalah sebagai berikut :



**Gambar 3 5** Data Desain Boiler

22



**Gambar 3 6** Data Komposisi Natural Gas

**Tabel 3 1** Data Study Package Boiler

23

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Package Boiler*** |  | 29-Sep-21 |
| *NG Fuel* | Nm3/d | 179590 |
| *Flow BFW* | t/h | 72,25 |
| *Temperature BFW* | C | 130 |
| *Pressure BFW* | Kg/cm2G | 112,5 |
| *Flow steam* | t/h | 69,25 |
| *Pressure steam* | Kg/cm2G | 82,75 |
| *Temperature steam* | C | 485 |
| *Flow blowdown* | t/h | 3,00 |
| *Temperature flue gas* | C | 152,5 |
| *O2 excess* | % | 5,95 |
| Komposisi NG | CH4 | 0,9373 |
| C2H6 | 0,0075 |
| C3H8 | 0,0044 |
| iC4H10 | 0,0010 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | nC4H10 | 0,0012 |
| iC5H12 | 0,0005 |
| nC5H12 | 0,0003 |
| C6H14 | 0,0010 |
| CO2 | 0,0099 |
| N2 | 0,0005 |
| Komposisi udara | CO2 | 0,00029 |
| N2 | 0,74709 |
| Ar | 0,00900 |
| O2 | 0,20094 |
| H2O | 0,04268 |

## Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari studi literatur umum maupun dari Pabrik-4. Data-data sekunder yang digunakan meliputi :

* 1. Data perancangan proses
  2. Entalpi pembentukan gas
  3. Reaksi kimia

**Tabel 3 2** Reaksi kimia

|  |  |
| --- | --- |
| Reaksi | Sifat |
| CH4 + 2O2 → CO2 + 2H2O | Eksotermis |
| 7O2 + 2CH3CH3 → 6 H2O + 4CO2 | Eksotermis |
| 5O2 + CH3CH2CH3 → 4 H2O + 3CO2 | Eksotermis |
| 13O2 + 2CH3(CH2)2CH3 → 10 H2O + 8CO2 | Eksotermis |
| 8O2 + CH3(CH2)3CH3 → 6 H2O + 5CO2 | Eksotermis |
| 19O2 + 2CH3(CH2)4CH3 → 14 H2O + 12CO2 | Eksotermis |
| 11O2 + CH3(CH2)5CH3 → 8H2O + 7CO2 | Eksotermis |

## Pembahasan

Tahapan awal pengerjaan laporan khusus ini adalah observasi lapangan

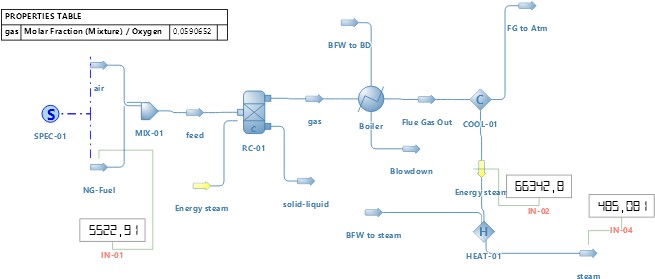
24

terkait potensi-potensi apa saja yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi boiler. Setelah mengetahui potensi dimana saja yang dapat dioptimalkan, pemodelan boiler dibuat berdasarkan data desain dengan menggunakan simulator software DWSIM v6.6.2. Tahapan setelah pembuatan simulasi adalah pengambilan data aktual untuk dapat menentukan boiler mana saja yang bisa dioptimalkan kinerjanya. Data aktual divalidasi dengan simulasi yang sebelumnya telah dibuat dan dilakukan studi. Studi berkaitan dengan pengaruh penurunan flow udara pembakaran pada masing-masing boiler terhadap penurunan O2 *excess* pada *flue gas* sehingga efisiensi dari boiler dapat dinaikkan. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan *general procedure* untuk penurunan O*2* excess pada *flue gas*.

## Asumsi dan Pendekatan

Pemodelan unit-unit proses yang digunakan dalam *software* DWSIM

* + - 1. dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut :



**Gambar 3 7** Proses Pemodelan *Package boiler*

Dalam pembuatan simulasi yang menggunakan data desain dari *Package Boiler*

Pabrik-4 17-H-401, beberapa pendekatan dilakukan seperti penjelasan berikut :

* + - * + Seluruh produk hasil reaksi pembakaran berada pada fase uap.
        + Pembakaran yang terjadi di dalam boiler merupakan pembakaran sempurna dimana semua atom karbon dari fuel gas berubah menjadi CO2.
        + Keseluruhan panas hasil pembakaran diberikan untuk membantu konversi boiler *feed water* menjadi steam.

25

* + - * + Energi yang hilang terbawa oleh *flue gas*.
        + Mengasumsikan tekanan dari *fuel gas*.
        + Perhitungan efisiensi boiler menggunakan rumus *direct method* :

η = 𝐸𝑛𝑒𝑟𝑔𝑖 𝑦𝑎𝑛𝑔 𝑑𝑖𝑑𝑎𝑝𝑎𝑡 𝑑𝑎𝑟𝑖 𝑓𝑙𝑢𝑖𝑑𝑎 𝑘𝑒𝑟𝑗𝑎 (𝑎𝑖𝑟 𝑑𝑎𝑛 𝑠𝑡𝑒𝑎𝑚)

𝐸𝑛𝑒𝑟𝑔𝑖 𝑦𝑎𝑛𝑔 𝑦𝑎𝑛𝑔 𝑡𝑒𝑟𝑘𝑎𝑛𝑑𝑢𝑛𝑔 𝑑𝑎𝑙𝑎𝑚 𝑏𝑎ℎ𝑎𝑛 𝑏𝑎𝑘𝑎𝑟

η = 𝐻𝑒𝑎𝑡𝑖𝑛𝑔/𝑐𝑜𝑜𝑙𝑖𝑛𝑔 𝑝𝑎𝑑𝑎 𝐻𝑒𝑎𝑡−01

𝑆𝑝𝑒𝑐𝑖𝑓𝑖𝑐 𝐸𝑛𝑡ℎ𝑎𝑙𝑝𝑦 𝐺𝑎𝑠

(Nova, 2016).

## Validasi Model Data Aktual

Hasil simulasi harus sesuai dengan data desain dan data aktual sehingga hasil dapat direalisasikan. Namun, tidak semua data bisa didapatkan secara mudah seperti yang didapatkan dari data desain pada saat pengoperasiannya. Udara pembakaran diasumsikan sesuai dengan kondisi *ambient*. Oleh karena itu, sama seperti validasi data desain, beberapa asumsi digunakan. Penentuan tekanan *fuel gas* diasumsikan yang ada di dalam header masing-masing. Sedangkan, data suhu dan tekanan dari udara pembakaran diasumsikan sama seperti data pada *fuel gas*.

## Hasil Simulasi Data Desain

Beberapa variabel yang ditetapkan untuk data desain ditunjukkan oleh Tabel 1 pada bagian lampiran. Perolehan data simulasi berupa *heat transfer* untuk perhitungan efisiensi boiler. Data yang disimulasikan pada DWSIM

v.6.6.2 untuk mengetahui efisiensi boiler yang terbentuk berupa *Flow NG-Fuel, O2 excess, Flow Boiler Feed Water, Temperature Boiler Feed Water, Pressure Boiler Feed Water, Flow Steam, Pressure Steam, Temperature Steam,* dan *Temperature Flue gas* yang ditunjukkan pada Tabel 3.4

**Tabel 3 3** Perbandingan Data Desain, Data *Actual* dan Data Simulasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variabel | Data Desain | Data *Actual* | Data  Simulasi | Error  (%) |
| *Flow NG-*  *Fuel* (Nm3/d) | 5031 | 179589,9 | 179590 | - |
| O2 *excess* (%) | 5,0 | 5,95 | 5,95 |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | - |
| *Flow Boiler Feed*  *Water* (kg/h) | 79400 | 72250 | 72250 | - |
| *Temperature Boiler*  *Feed Water* (oC) | 127 | 130 | 130 | - |
| *Pressure Boiler Feed Water*  (kg/cm2G) | 96 | 112,50 | 112,5 | - |
| *Temperature steam*  (oC) | 490,49 | 485 | 485,082 | -0,02 |
| *Flow steam* (kg/h) | 79400 | 69250 | 69250 | - |
| *Pressure steam*  (kg/cm2G) | 81,967 | 82,75 | 82,75 | - |
| *Temperature Flue*  *Gas* (oC) | 150 | 152,5 | 152,5 | - |
| Efisiensi boiler (%) | 98 | 88,34 | 82,64 | 7,08 |

Hasil simulasi yang ditunjukkan pada Tabel 3.4 sudah cukup valid dikarenakan prosentase error yang muncul masih di bawah 10%. Berdasarkan tabel, perbedaan efisiensi boiler pada data simulasi sebesar 82,64% dan perhitungan efisiensi boiler pada data *actual* sebesar 88,34%. Besarnya perbedaan efisiensi boiler dihitung menggunakan rumus metode langsung :

η = 𝐸𝑛𝑒𝑟𝑔𝑖 𝑦𝑎𝑛𝑔 𝑑𝑖𝑑𝑎𝑝𝑎𝑡 𝑑𝑎𝑟𝑖 𝑓𝑙𝑢𝑖𝑑𝑎 𝑘𝑒𝑟𝑗𝑎 (𝑎𝑖𝑟 𝑑𝑎𝑛 𝑠𝑡𝑒𝑎𝑚)

𝐸𝑛𝑒𝑟𝑔𝑖 𝑦𝑎𝑛𝑔 𝑦𝑎𝑛𝑔 𝑡𝑒𝑟𝑘𝑎𝑛𝑑𝑢𝑛𝑔 𝑑𝑎𝑙𝑎𝑚 𝑏𝑎ℎ𝑎𝑛 𝑏𝑎𝑘𝑎𝑟

𝐻𝑒𝑎𝑡𝑖𝑛𝑔/𝐶𝑜𝑜𝑙𝑖𝑛𝑔 𝐻𝑒𝑎𝑡−01

η = 𝑀𝑎𝑠𝑠 𝑓𝑙𝑜𝑤 𝐹𝑙𝑢𝑒 𝐺𝑎𝑠 𝑂𝑢𝑡

𝑆𝑝𝑒𝑐𝑖𝑓𝑖𝑐 𝐸𝑛𝑡ℎ𝑎𝑙𝑝𝑦 𝐺𝑎𝑠

η = [(663428 𝑥 3600) / 142878] 𝑘𝐽/𝑘𝑔

1892,67 𝑘𝐽/𝑘𝑔

η = 1671,59 𝑘𝐽/𝑘𝑔 1892,67 𝑘𝐽/𝑘𝑔

η = 0,8834

27

η = 88,34%

Perbedaan efisiesnsi boiler yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi *fuel gas* di setiap waktu sehingga penggunaan salah satu data sampel juga masih kurang. Selain menyebabkan nilai efisiensi boiler yang berbeda, perbedaan *komposisi fuel gas* juga memberikan perbedaan terhadap nilai panas dari pembakaran itu sendiri. Penurunan dari suhu *flue gas* disebabkan karena panas yang keluar melalui aliran *flue gas.* Suhu menurun sebesar -1297,8oC yang semula suhu *flue gas out* 1450,3oC menjadi 152,5oC (suhu *flue gas* to atm), hal tersebut terjadi akibat dari laju alir udara pembakaran yang bertambah. Pada Penambahan suhu dari *steam* dikarenakan panas yang ditransfer menuju *boiler feed water* menjadi bertambah sehingga membuat suhu steam bertambah. Walaupun terjadi perbedaan dengan data simulasi, namun masih dapat dikatakan bahwa pengurangan dari laju udara pembakaran dapat menambah jumlah steam yang ada. Bila persoalan yang ada di PT. Pupuk Kaltim menginginkan untuk laju pembuatan steam tetap, maka untuk mengurangi laju steam yang bertambah ini adalah dengan mengurangi laju alir dari fuel gas sendiri. Sehingga pada akhirnya bisa diperoleh penghematan dari fuel gas yang digunakan.

### Perfomance Boiler

Parameter yang dijadikan tolak ukur kinerja sebuah boiler adalah *Excess Oxygen* dan *Thermal Efficiency*. Untuk kebutuhan operasi Boiler, ada beberapa parameter yang harus dijaga kualitasnya di samping target jumlah produksi steam untuk kebutuhan operasi antara lain excess oxygen tidak lebih dari 5% dan efisiensi di atas 80%. Secara teoritis, *excess oxygen* yang digunakan akan mempengaruhi jumlah *heating value* yang dihasilkan oleh boiler. Pada simulasi yang telah dilakukan dilakukan, diperoleh hasil *Excess Oxygen* sebesar 0,059% dan *Thermal Efficiency* sebesar 82,64% sehingga dapat disimpulkan bahwa kinerja sebuah *package boiler* cukup efisien.

28

## BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

* + 1. Kinerja sebuah *package boiler* cukup efisien dengan didapatkan data hasil *excess oxygen* sebesar 0,059% dan *Thermal Efficiency* sebesar 82,64%. Nilai *excess oxygen* menunjukkan besarnya oksigen yang membawa panas keluar, sehingga mempengaruhi suhu gas buang pada boiler.
    2. Semakin rendah nilai *excess oxygen* maka akan semakin menurunkan suhu gas buang sehingga tidak banyak oksigen yang membawa keluar panas.
    3. Peningkatan efisiensi boiler dengan cara mengurangi laju alir udara akan menyebabkan heat transfer bertambah, laju steam meningkat, dan pada akhirnya efisiensi dari boiler itu sendiri akan bertambah

## Saran

Saran yang dapat penulis berikan setelah menyelesaikan laporan khusus ini adalah Untuk meningkatkan performa dari *package boiler* ini perlu dilakukan evaluasi efisiensi secara berkala dan melakukan perawatan untuk mencegah turunnya performa *package boiler* dilakukan perawatan agar *package boiler* dapat beroperasi secara optimal.

29

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, dkk. 2012. *Pengenalan Proses Bisnis Bagi Calon Karyawan*. PT. Pupuk Kalimantan Timur.

Bovery, Asean Brown. 1991. Combustion Fossil Power, Combustion Engineering.

Windsor Connecticut.

Naim, dkk., 2014. Laporan On the Job Training 1 Departemen Operasi Kaltim 4, NPK, dan Boiler Batu Bara, PT. Pupuk Kalimantan Timur, Bontang.

Nova, Ahmad Karis. 2016. Laporan Khusus Kerja Praktik Optimasi Efisiensi Boiler dengan Cara Penurunan O2 *Excess*. PT Badak NGL Bontang, Kalimantan Timur

Yaws, C.L., 1999. *Chemical Properties Handbook,* Mc Graw Hill, New York

30

## LAMPIRAN SIMULASI

**Tabel 1.** Variabel pada Data Desain

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Variabel | Keterangan | |
| NG-Fuel | Jenis Gas | Komposisi  (%mol) |
| CH4 | 0,9373 |
| C2H6 | 0,0075 |
| C3H8 | 0,0044 |
| iC4H10 | 0,0010 |
| nC4H10 | 0,0012 |
| iC5H12 | 0,0005 |
| nC5H12 | 0,0003 |
| C6H14 | 0,0010 |
| CO2 | 0,0099 |
| N2 | 0,0005 |
| Suhu | 50oC |
| Tekanan | 5 kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 179.590  Nm3/d |
| *Mass Flow* | 5522,91 kg/h |
| *Volumetric*  *Flow* | 1790,63 m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | 50,209 kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | -0,574159  kJ/[kg.K] |
| *Air* | Jenis Gas | Komposisi  (%mol) |
| CO2 | 0,00029 |
| N2 | 0,74709 |
| Ar | 0,00900 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | O2 | 0,20094 |
| H2O | 0,04268 |
| Suhu | 50oC |
| Tekanan | 1,083  kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 2,62684 x  106 Nm3/d |
| *Mass Flow* | 137.355 kg/h |
| *Volumetric*  *Flow* | 121.834 m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | 25,4053  kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | 0,288079  kJ[kg.K] |
| *Spec-01* | Y (*Target*  *Variable*) | 137.355 kg/h |
| *X (Source*  *Variable)* | 5.522,92  kg/h |
| Reactor | *Outlet*  *Temperature* | 226,85oC |
| *Feed* | Jenis Gas | Komposisi  (%mol) |
| CO2 | 0,0009049 |
| Ar | 0,008424 |
| O2 | 0,1880813 |
| H2O | 0,039948 |
| CH4 | 0,0623092 |
| C2H6 | 0,0004799 |
| C3H8 | 0,00028156 |
| iC4H10 | 0,00006399 |
| nC4H10 | 0,0000769 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | iC5H12 | 0,00003199 |
| nC5H12 | 0,00001919 |
| C6H14 | 0,00006399 |
| N2 | 0,69931399 |
| Suhu | 49,8545oC |
| Tekanan | 1,083  kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 2,80643x106  Nm3/d |
| *Mass Flow* | 142.878 kg/h |
| *Volumetric*  *Flow* | 130.098 m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | 26,3641  kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | 0,387226  kJ[kg.K] |
| *Solid- Liquid* | Suhu | 1506,96oC |
| Tekanan | 1,083  kgf/cm2 |
| *Mass Flow* | 1,5862x10-11  kg/h |
| Gas | Jenis Gas | Komposisi  (%mol) |
| CO2 | 0,065751042 |
| Ar | 0,008424 |
| O2 | 0,059065194 |
| H2O | 0,16794033 |
| iC4H10 | 0,00006399 |
| iC5H12 | 0,00003199 |
| N2 | 0,69873048 |
| Suhu | 1506,96oC |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Tekanan | 1,083  kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 2,80878x106  Nm3/d |
| *Mass Flow* | 142.878 kg/h |
| *Volumetric*  *Flow* | 718.094 m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | 1892,67  kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | 2,47428  kJ[kg.K] |
| *Boiler* | *Cold Fluid Pressure*  *Drop* | 14 kgf/cm2 |
| *Global Heat*  *Transfer Coefficient* | 6,28591  W/[m2.K] |
| *Heat*  *Transfer Efficiency* | 70% |
| *Heat*  *Exchanged* | 3175,06 kW |
| *Boiler Feed Water to Blowdown* | Jenis Gas | Komposisi  (%mol) |
| H2O | 1 |
| Suhu | 130oC |
| Tekanan | 112,5  kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 90.763  Nm3/d |
| *Mass Flow* | 3.000 kg/h |

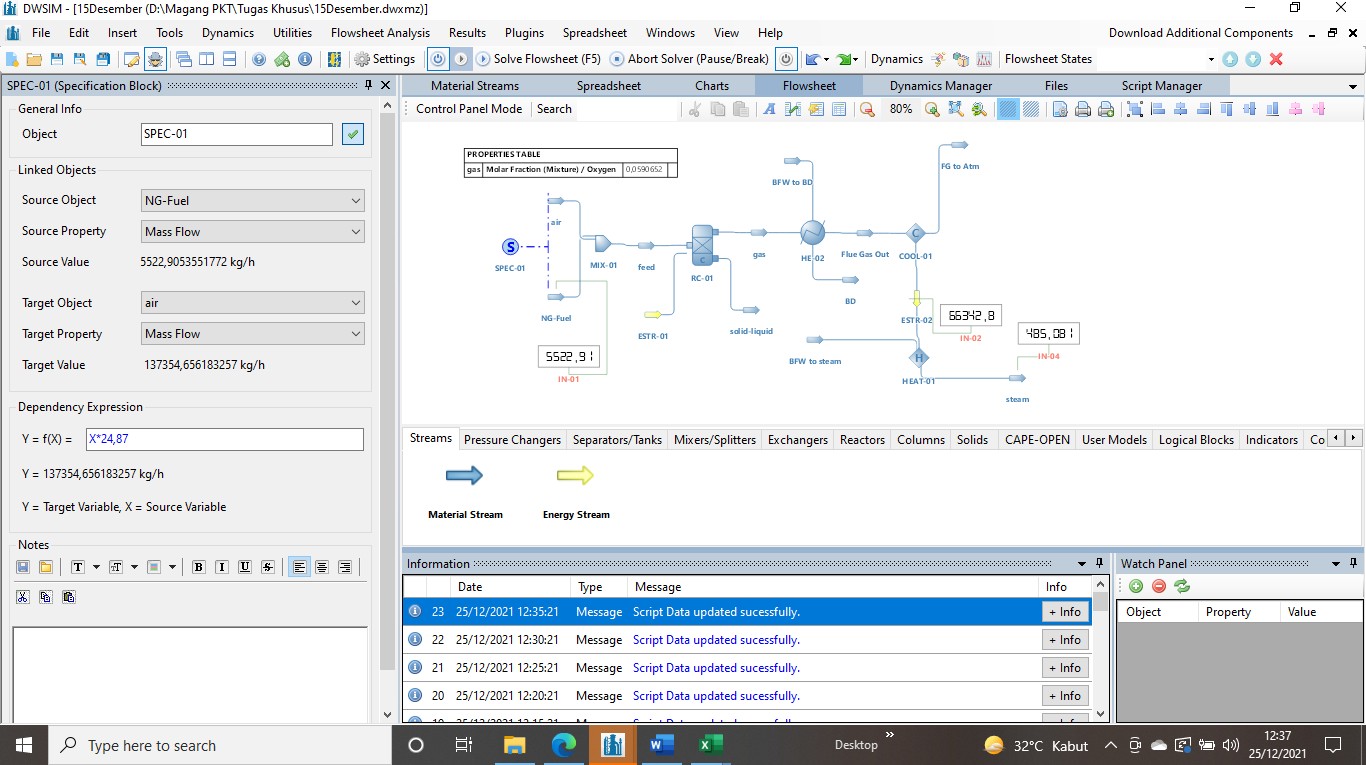
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *Volumetric*  *Flow* | 3,20028 m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | -2050,54  kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | -5,47534  kJ[kg.K] |
| *Blowdown* | Jenis Gas | Komposisi  (%mol) |
| H2O | 1 |
| Suhu | 884,77oC |
| Tekanan | 98,5 kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 90.763  Nm3/d |
| *Mass Flow* | 3.000 kg/h |
| *Volumetric*  *Flow* | 164,159 m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | 1759,53  kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | 0,63339  kJ[kg.K] |
| *Flue gas out* | Jenis Gas | Komposisi  (%mol) |
| CO2 | 0,065751042 |
| Ar | 0,008424 |
| O2 | 0,059065194 |
| H2O | 0,16794033 |
| iC4H10 | 0,00006389 |
| iC5H12 | 0,00003199 |
| N2 | 0,69873048 |
| Suhu | 1450,33oC |
| Tekanan | 1,083 |

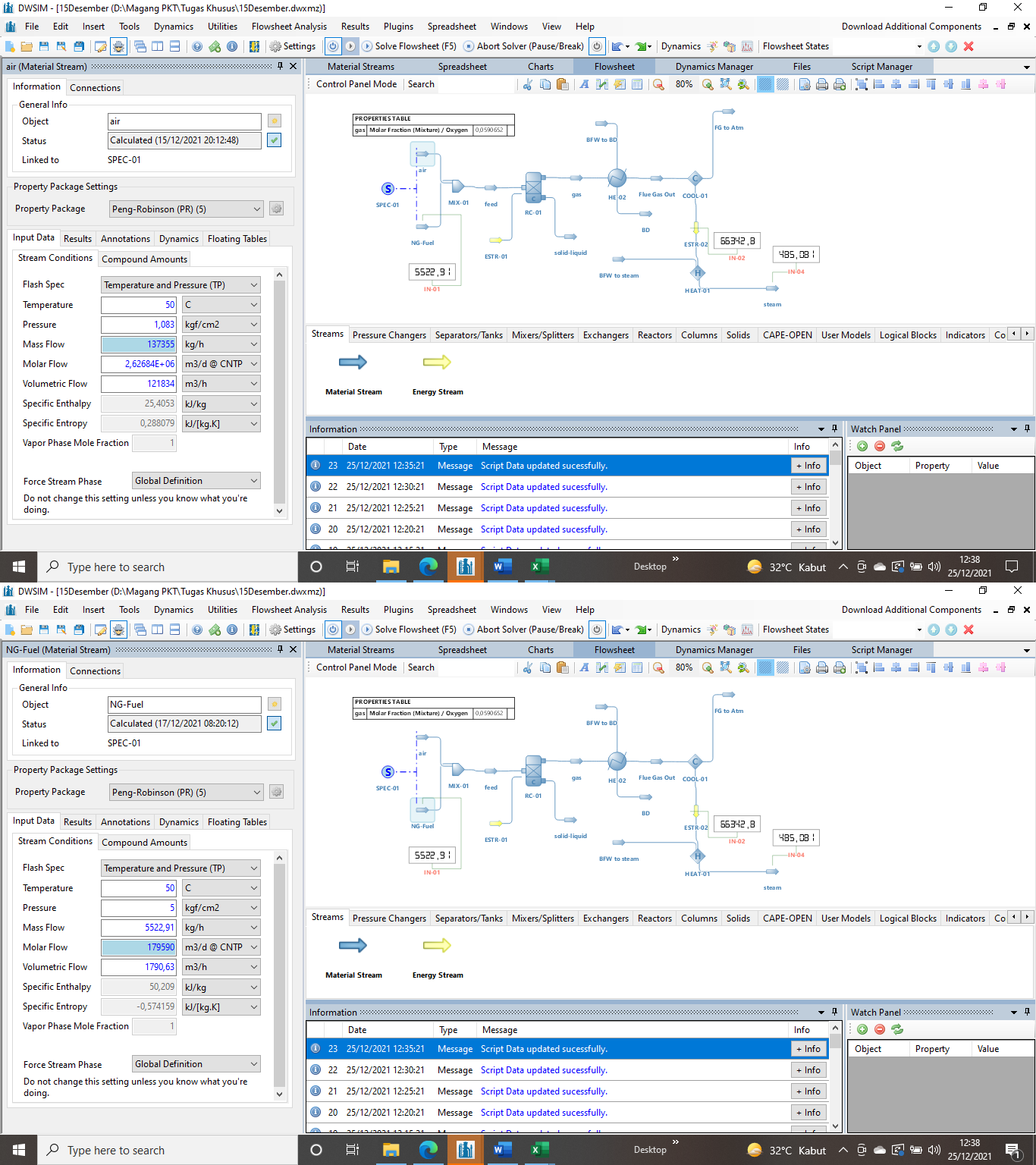
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 2,80878x106  Nm3/d |
| *Mass Flow* | 142.878 kg/h |
| *Volumetric*  *Flow* | 695.253 m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | 1812,67  kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | 2,42861  kJ[kg.K] |
| Cool-01 | *Pressure*  *Drop* | 1,033  kgf/cm2 |
| *Outlet*  *Temperature* | 152,5oC |
| *Efficiency* | 100% |
| *Heat*  */Cooling* | 66342,8 kW |
| *Flue gas to ATM* | Jenis Gas | Komposisi  (%mol) |
| CO2 | 0,065751042 |
| Ar | 0,00842 |
| O2 | 0,059065194 |
| H2O | 0,16794033 |
| iC4H10 | 0,00006389 |
| iC5H12 | 0,00003169 |
| N2 | 0,69873048 |
| Suhu | 152,5oC |
| Tekanan | 0,05 kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 2,80878x106  Nm3/d |
| *Mass Flow* | 142.878 kg/h |

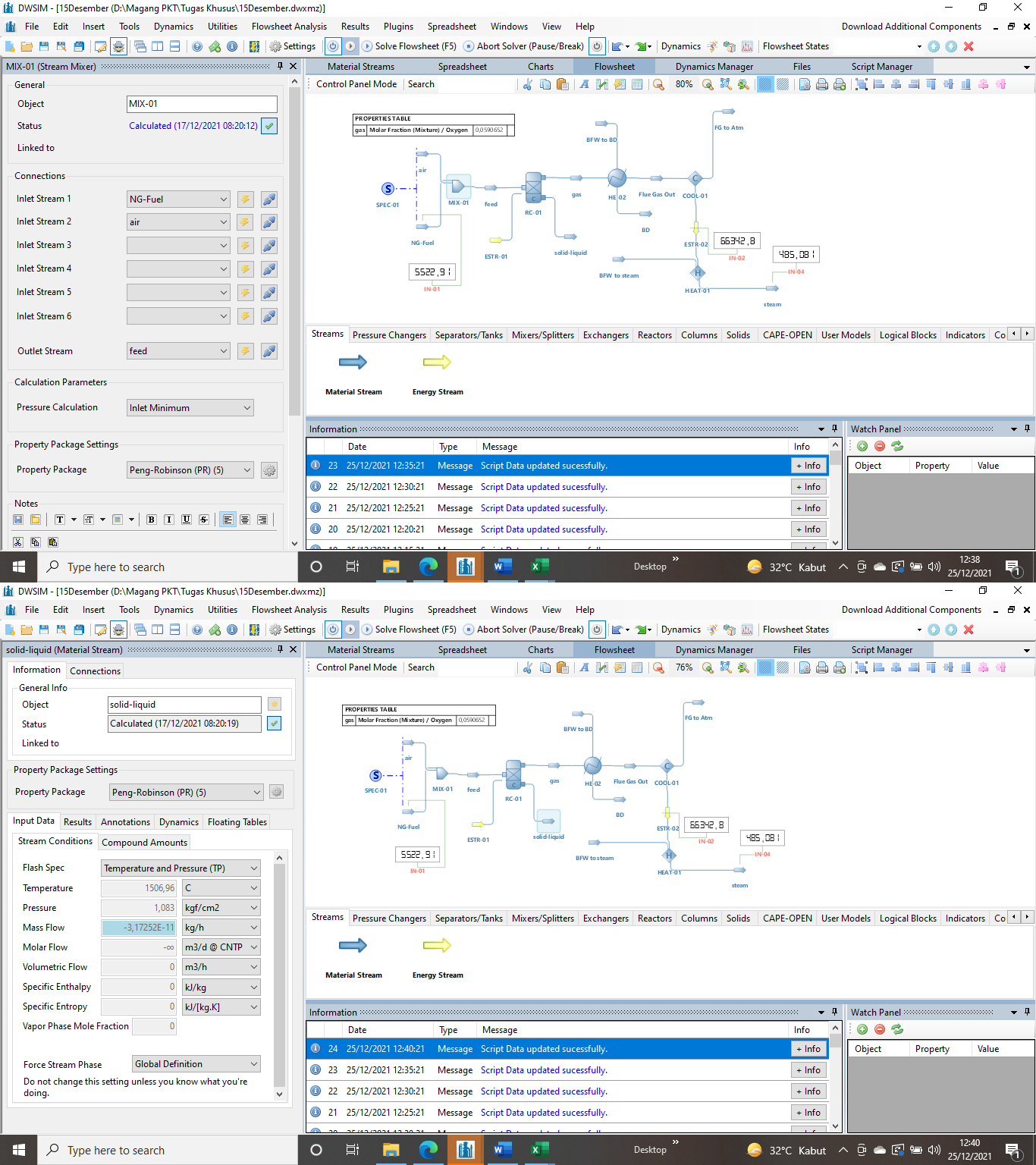
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *Volumetric*  *Flow* | 3,7184x106  m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | 141,073  kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | 1,60006  kJ[kg.K] |
| *Energy*  *steam* | *Energy*  *Flow/Power* | 66342,8 kW |
| HEAT-01 | *Pressure*  *Drop* | 29,75  kgf/cm2 |
| *Outlet*  *Temperature* | 485,082oC |
| *Efficiency* | 82,64% |
| *Heat*  */Cooling* | 66342,8 kW |
| *Boiler Feed Water to Steam* | Jenis Gas | Komposisi  (%mol) |
| H2O | 1 |
| Suhu | 130oC |
| Tekanan | 112,5  kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 2,09511x106  Nm3/d |
| *Mass Flow* | 69.250 kg/h |
| *Volumetric*  *Flow* | 73,837 m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | -2050,54  kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | -5,47534  kJ[kg.K] |
| Steam | Jenis Gas | Komposisi |

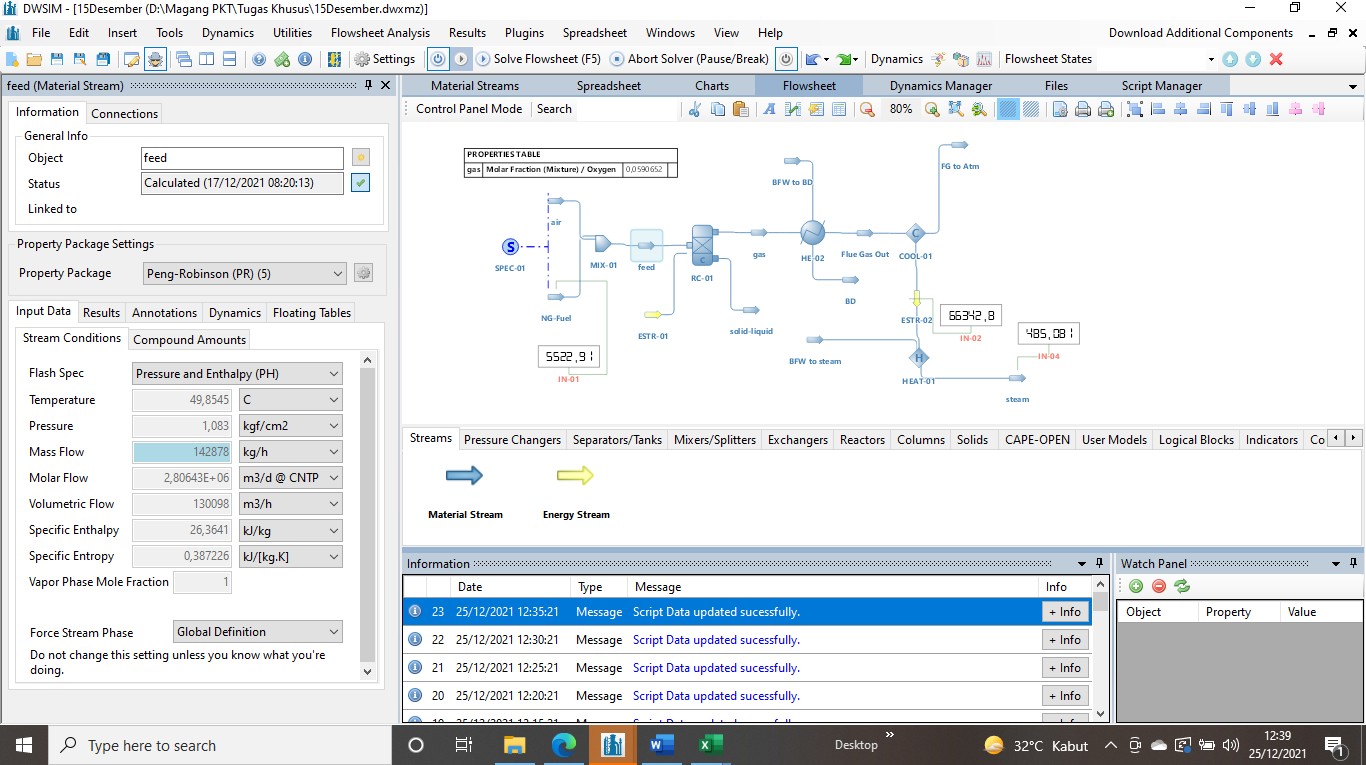
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (%mol) |
| H2O | 1 |
| Suhu | 485,082oC |
| Tekanan | 82,75  kgf/cm2 |
| *Molar flow* | 2,09511x106  Nm3/d |
| *Mass Flow* | 69.250 kg/h |
| *Volumetric*  *Flow* | 2741,02 m3/h |
| *Specific*  *Enthalpy* | 799,601  kJ/kg |
| *Specific*  *Entrolpy* | -0,303979  kJ[kg.K] |

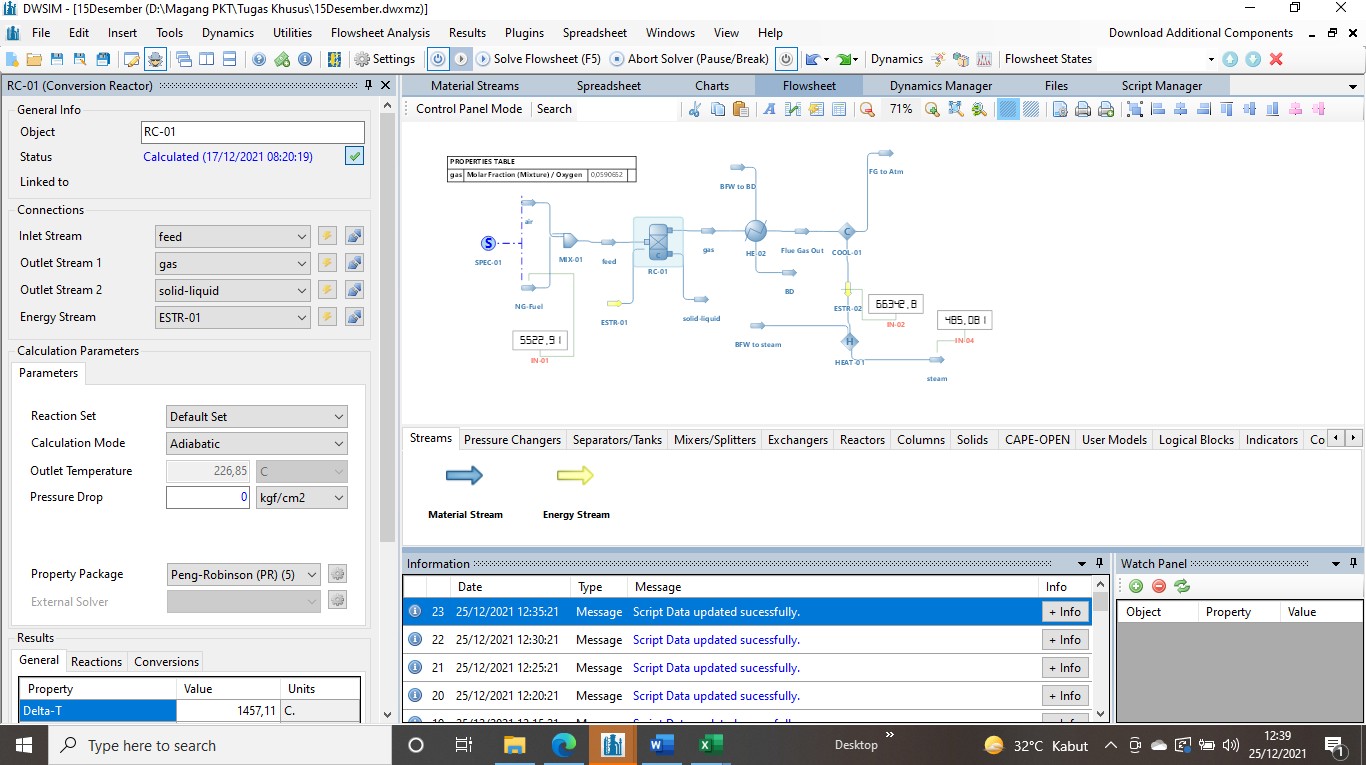
Gambar 2. **Hasil simulasi**

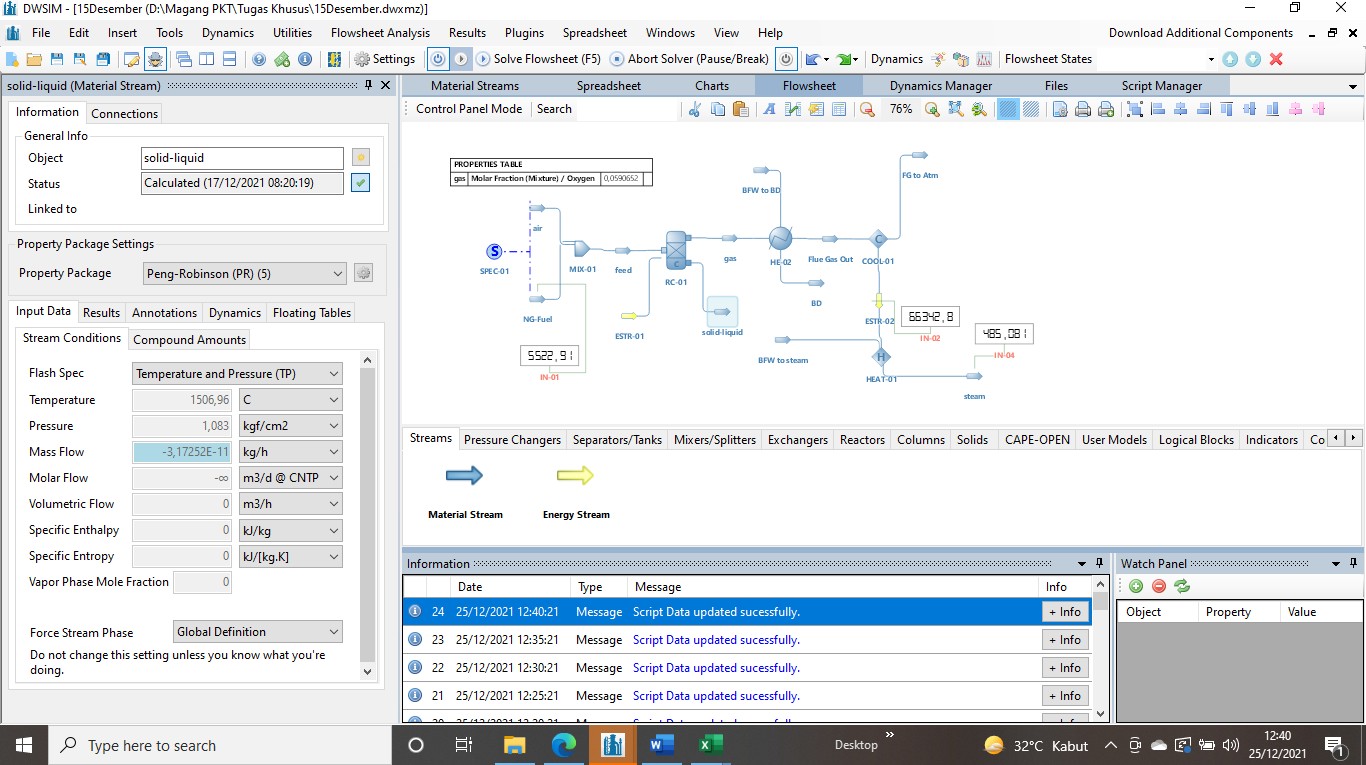


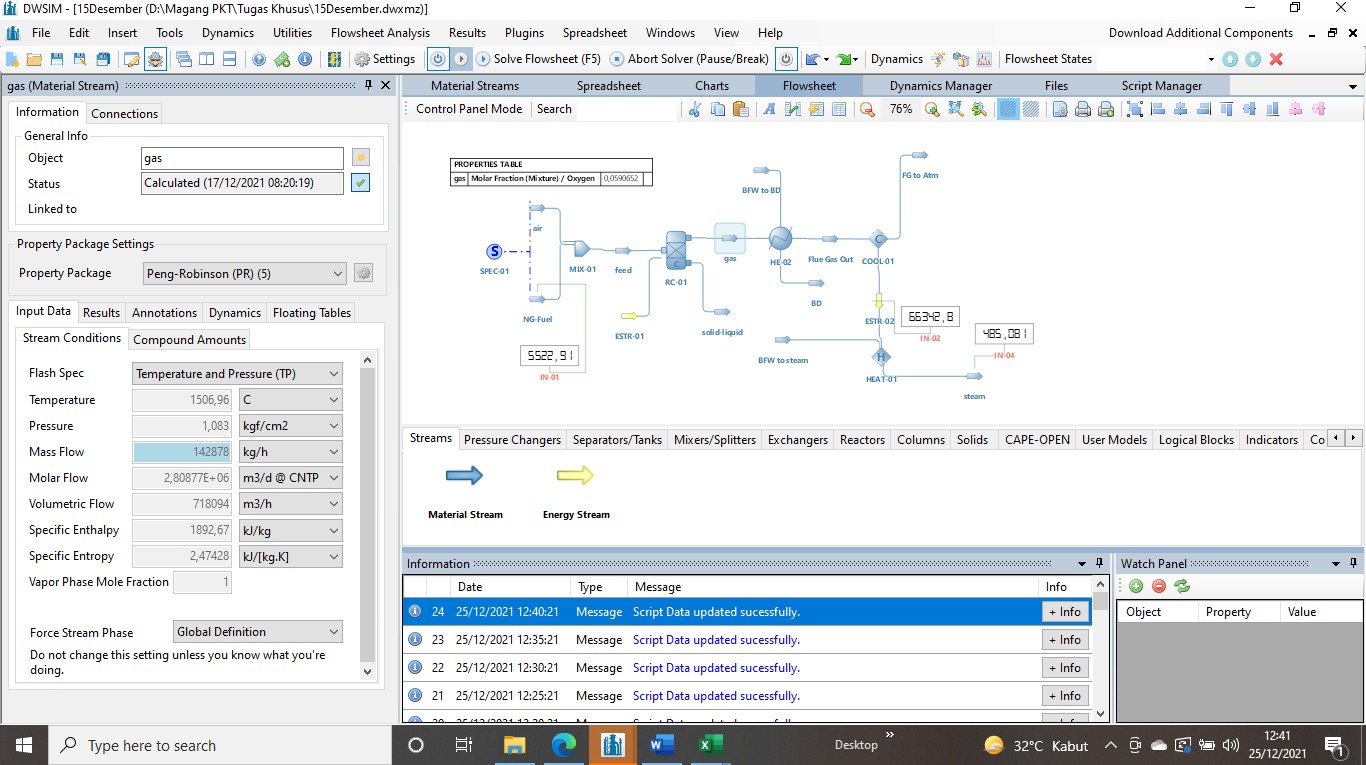


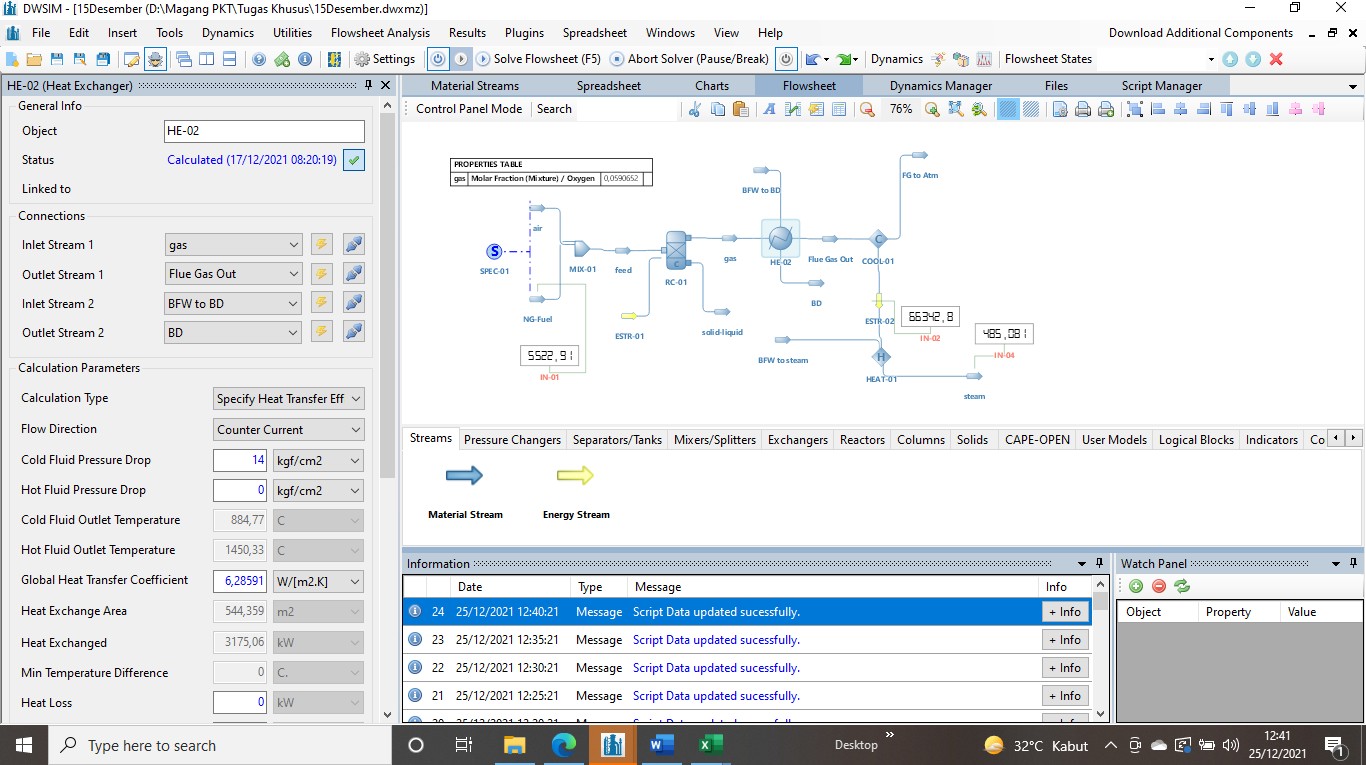


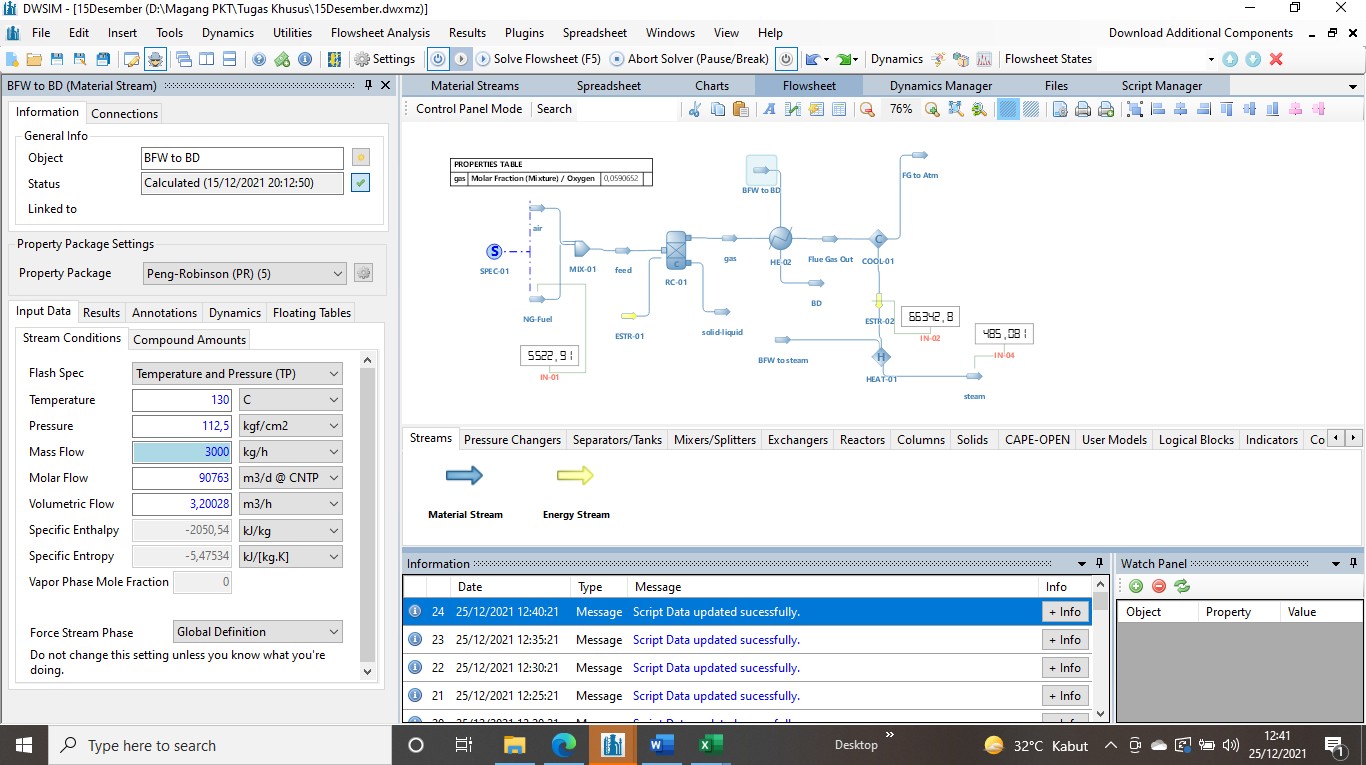


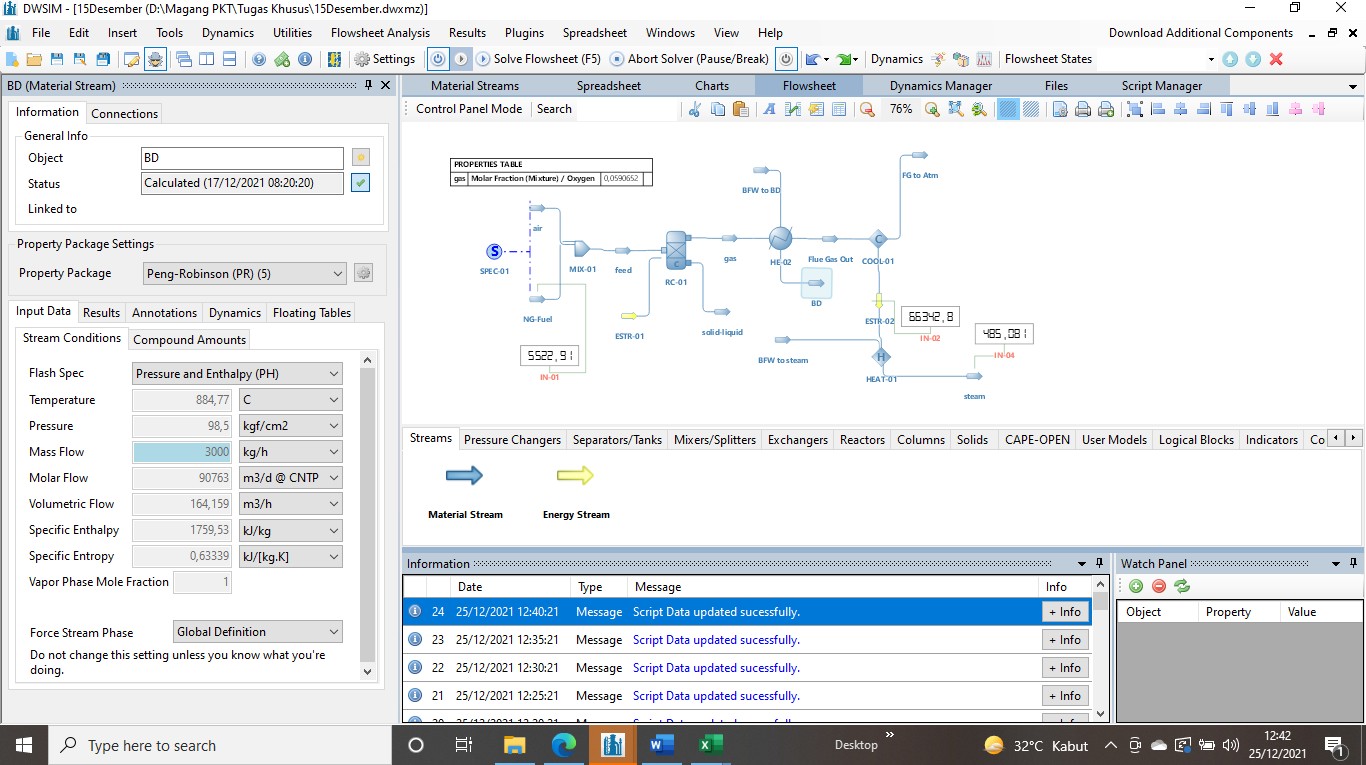


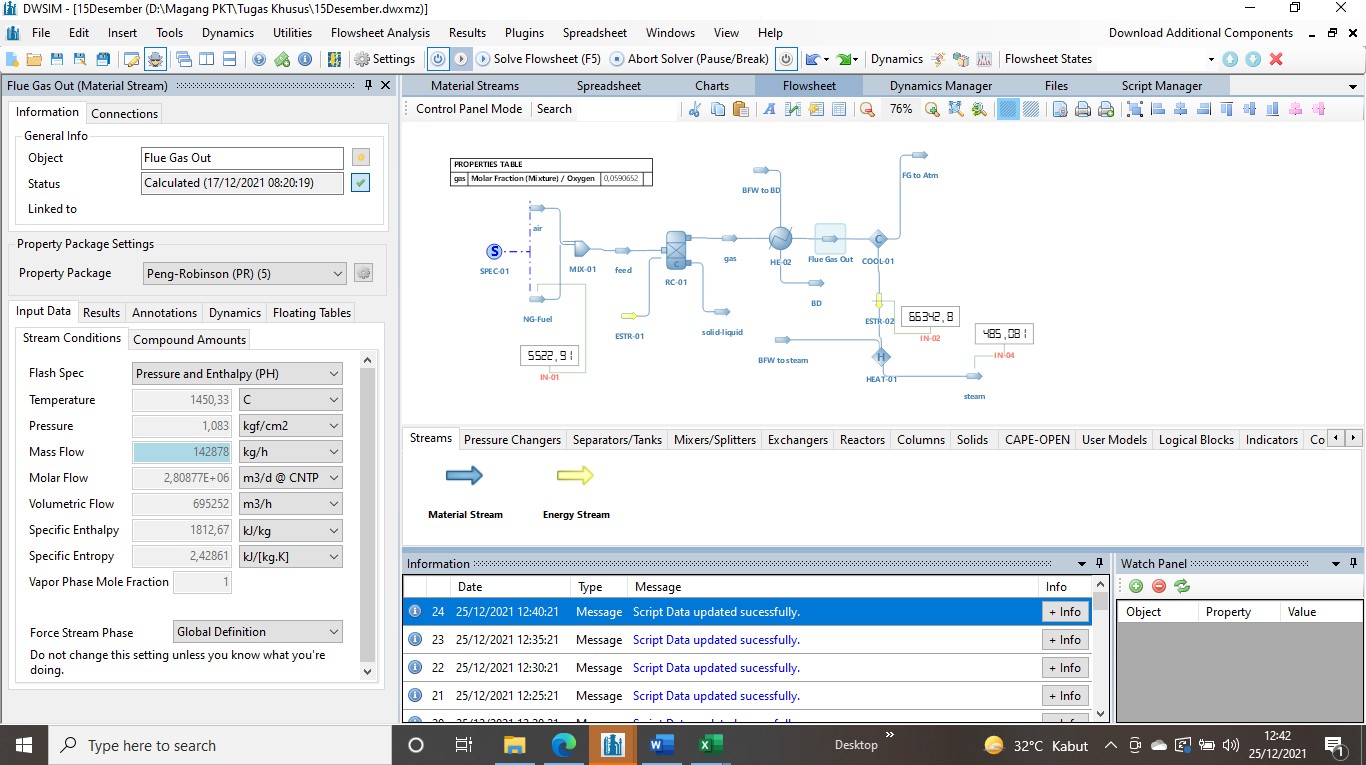


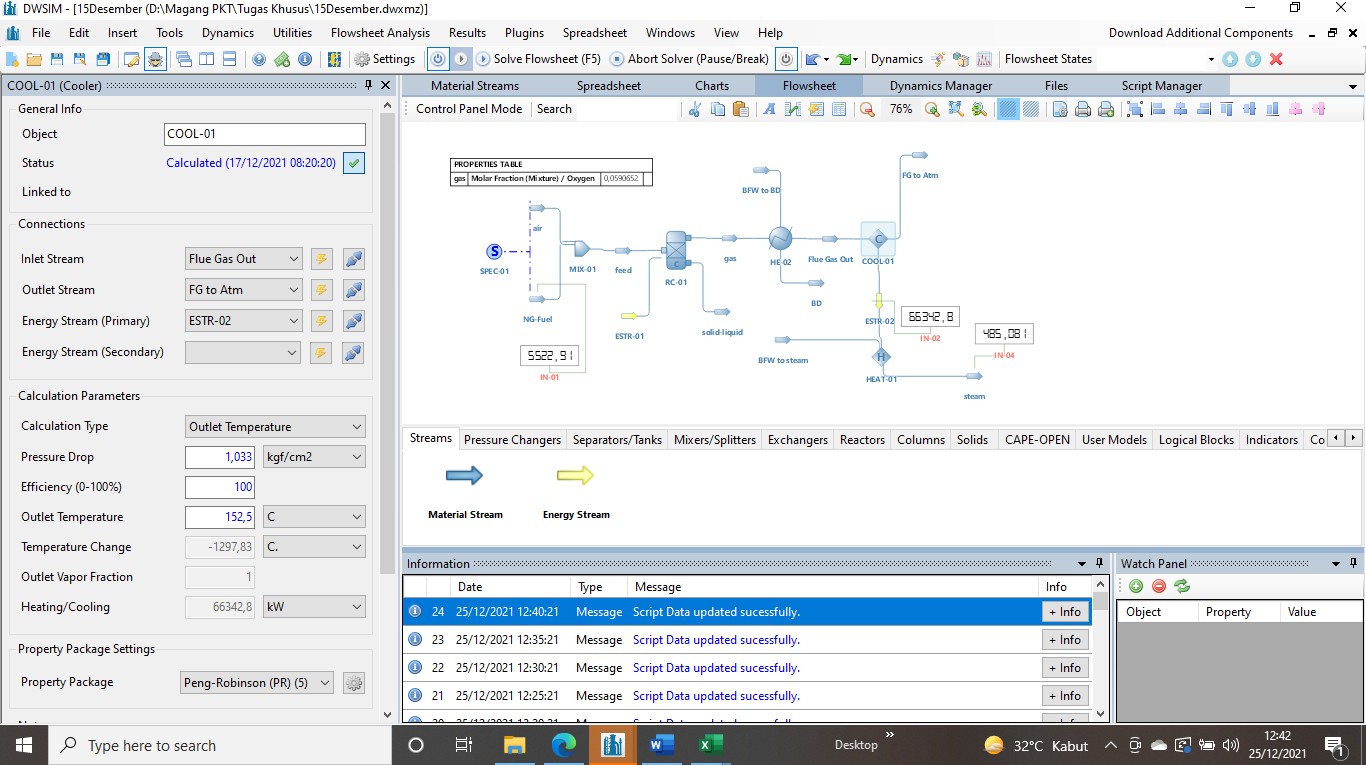


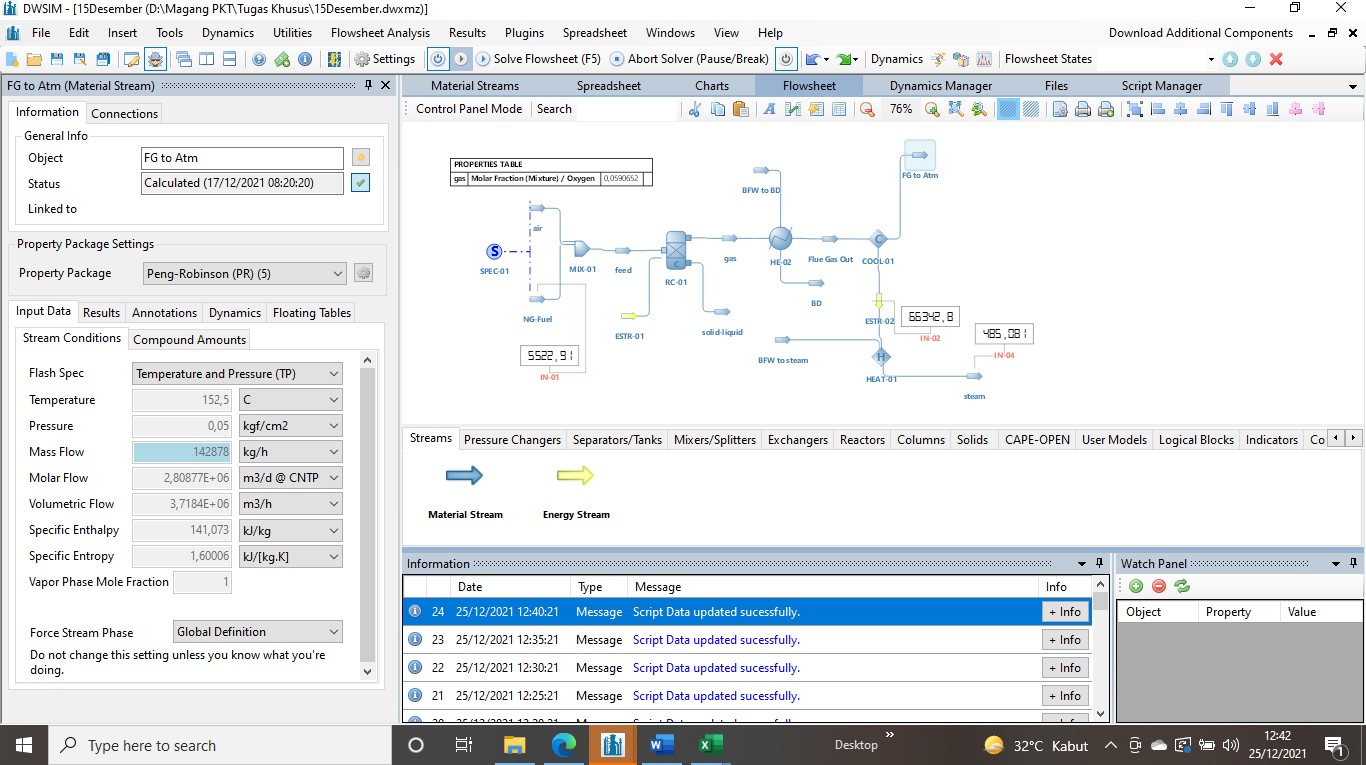


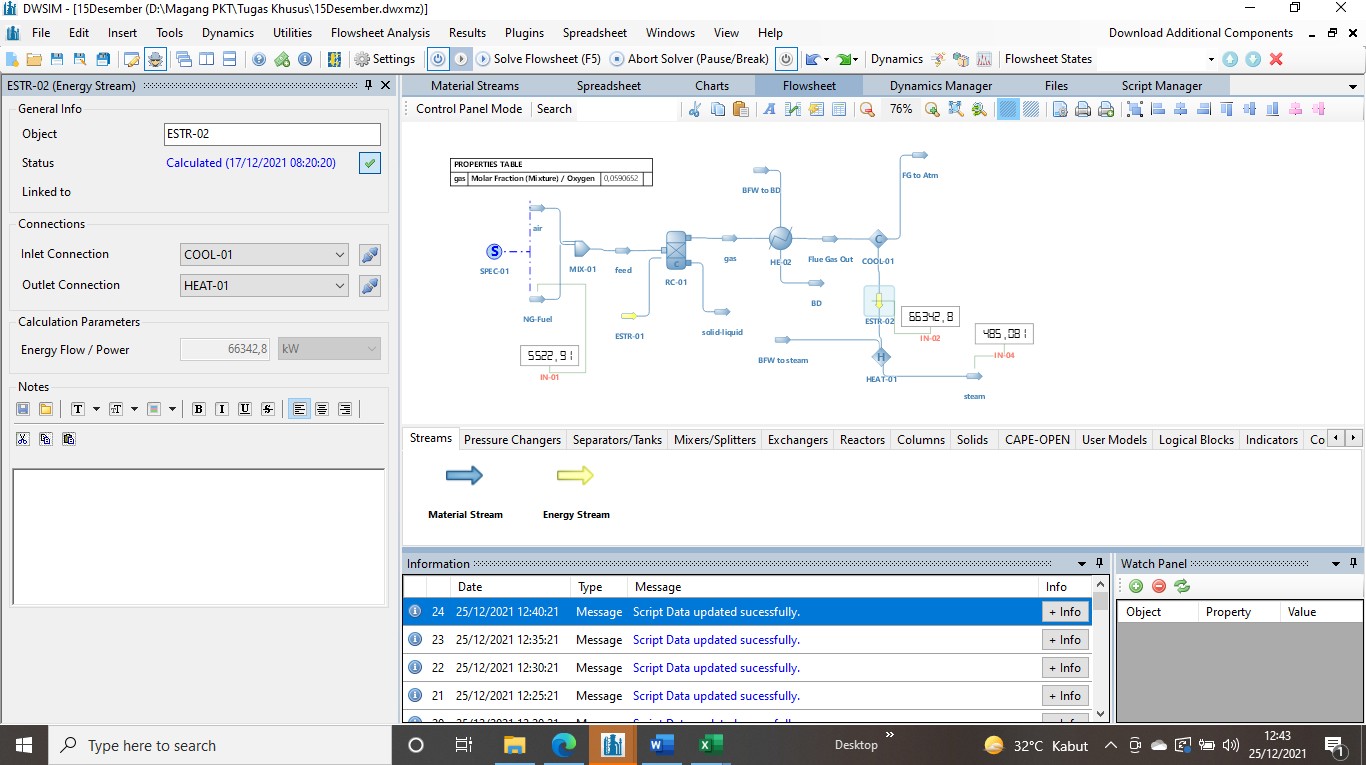




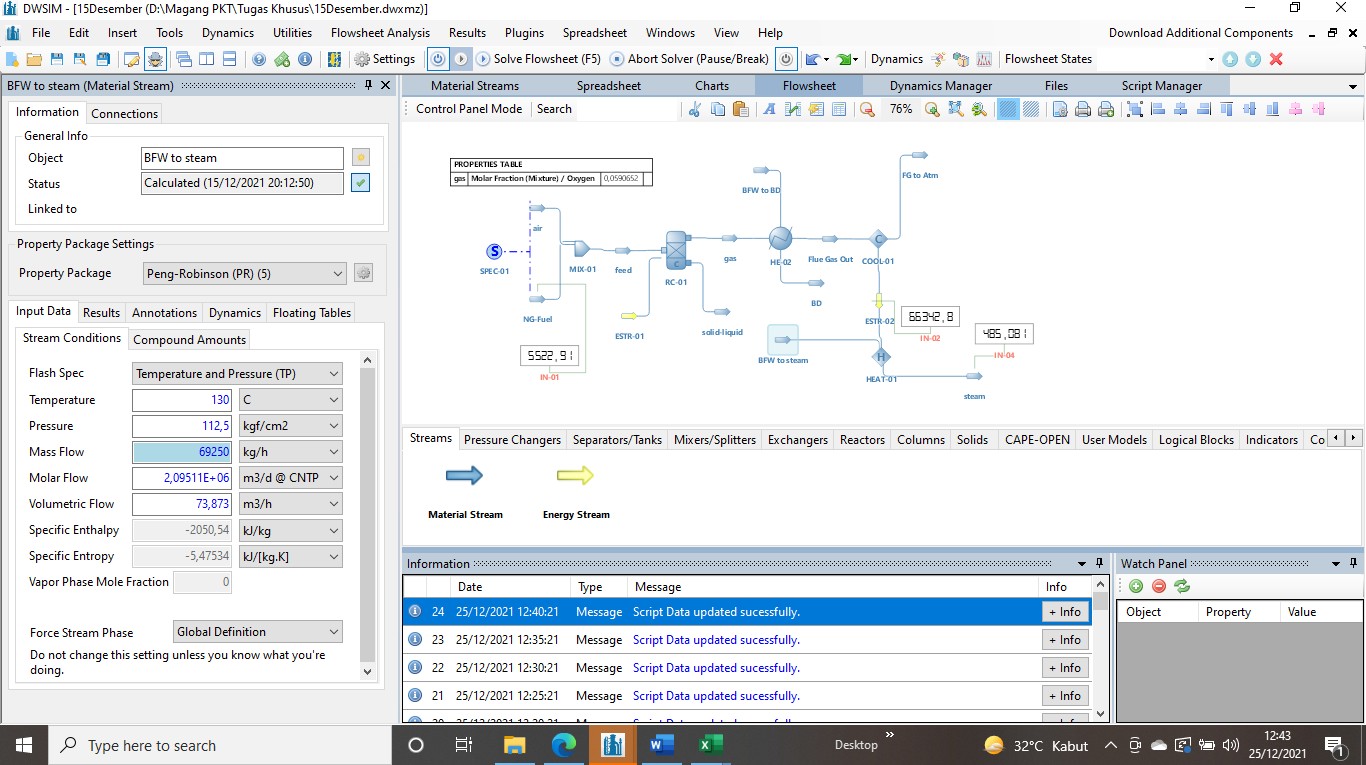


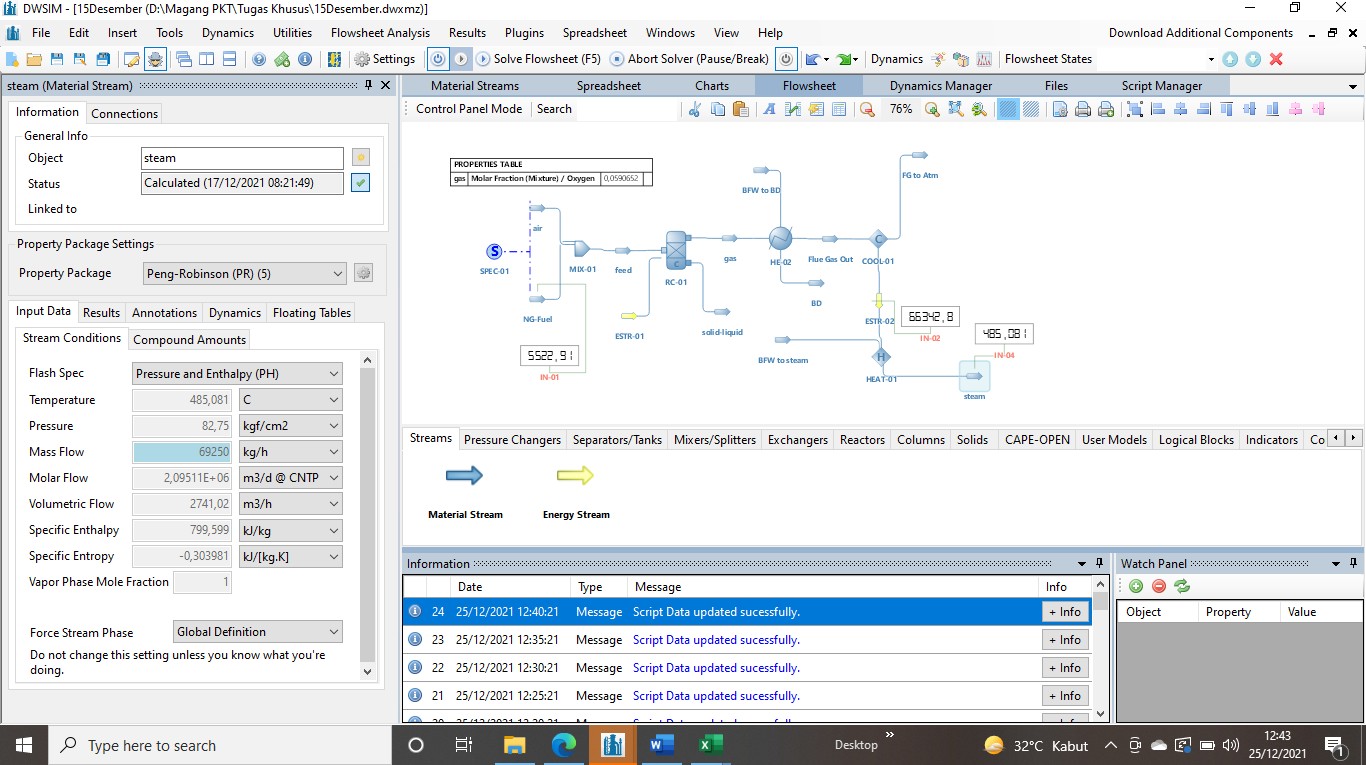


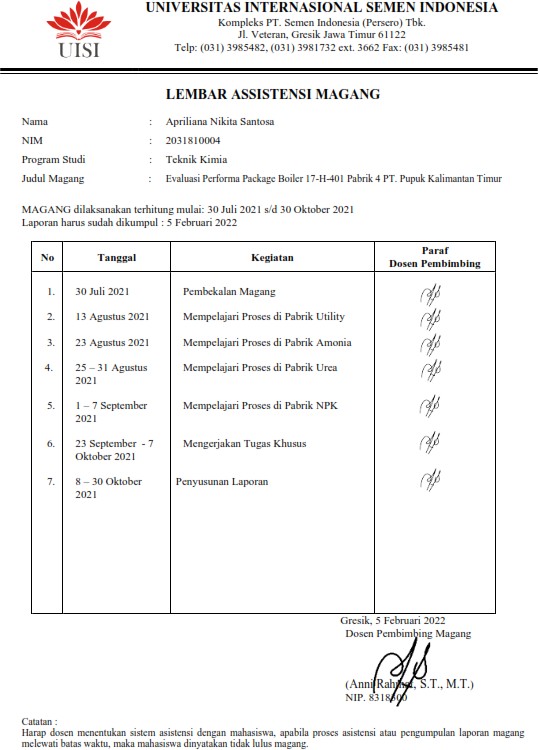


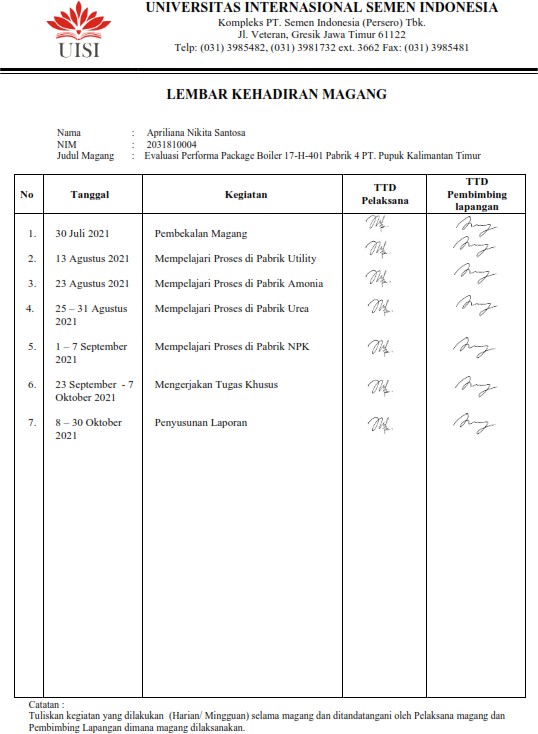












**PENGUMUMAN**

# 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;

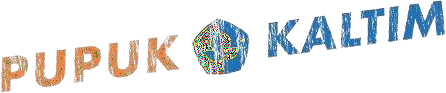
Hari / Tanggal : Jum’at, 30 Juli 2021 – Jum’at 29 Oktober 2021 Tempat : Online (Ms Team)

## 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 Vice President Departemen Proses & Pengolahan Energi PSDM & Organisasi



Ir. Mustanginah, S.T., M.A.B. Bondar Priandono NPK. 4083755 NPK. 4093887