

LAPORAN MAGANG

**EVALUASI KINERJA HOT MAIN COLUMN BOTTOMS RAW
OIL EXCHANGER (15-E-101) PADA UNIT RECIDU
CATALYTIC CRACING (RCC)**



Disusun Oleh :

Hanna Eryati Nur'ain 2031810017

Nur Hidayati 2031810034

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

LAPORAN MAGANG

**EVALUASI KINERJA HOT MAIN COLUMN BOTTOMS RAW
OIL EXCHANGER (15-E-101) PADA UNIT RECIDU
CATALYTIC CRACING (RCC)**



Disusun Oleh :

Hanna Eryati Nur'ain 2031810017

Nur Hidayati 2031810034

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

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah swt yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan Magang di PT. Pertamina (Persero) RU VI Balongan dan dapat menyusun Laporan Magang ini tepat pada waktunya. Adapun kegiatan Magang ini merupakan salah satu syarat yang harus dilaksanakan untuk menyelesaikan program studi Sarjana Jurusan Teknik Kimia Universitas Internasional Semen Indonesia.

Dalam penyusunan Laporan Magang ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak yang ikut berpartisipasi diantaranya :

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis masih diberikan kesehatan serta kemampuan dalam melaksanakan Magang dan dapat menyelesaikan Laporan Magang ini.
2. Bapak Abdul Halim, ST, MT, PhD. Selaku Kepala Departemen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Agroindustri, Universitas Internasional Semen Indonesia.
3. Bapak Fandi Angga Prasetya, S.Si., M.Si. Selaku Dosen Pembimbing Magang Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Agroindustri, Universitas Internasional Semen Indonesia.
4. Ibu Yuni Kurniati, S.T., M.T. Selaku Koordinator Magang Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Agroindustri, Universitas Internasional Semen Indonesia.
5. Bapak Gustian Quddus selaku Ast. Manager HC Business Partner RU VI Balongan.
6. Bapak Ridho Edisty Ramadhan selaku Pembimbing Lapangan Magang atas bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan Laporan ini.
7. Bapak Putut Adiprasetyo yang telah membantu dalam proses administrasi sebagai peserta Magang.

8. Orang tua dan keluarga kami atas dukungan dan doanya sehingga kami tetap dapat melaksanakan Magang dengan baik.
9. Seluruh pihak lainnya yang telah membantu selama pelaksanaan Magang di PT. PERTAMINA (Persero) RU VI Balongan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Magang ini masih terdapat kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun dalam pembahasannya. Oleh karena itu, penulis menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar dapat memperbaiki laporan ini. Semoga Laporan Magang ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

Lamongan, 12 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Perpindahan Panas.....	4
2.1.1 Perpindahan Panas Konduksi.....	4
2.1.2 Perpindahan Panas Konveksi.....	4
2.1.3 Perpindahan Panas Radiasi	5
2.2 Alat Penukar Panas Pada Industri	5
2.3 <i>Heat exchanger</i> dan Jenis-jenisnya.....	7
2.4 Jenis Aliran	9
2.5 Arah Aliran.....	10
2.5.1 Counter Current Flow	10
2.5.2 Parallel flow/co-current.....	10
2.5.3 Cross flow	10
2.6 Fouling	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Pengumpulan Data	12
3.1.1 Data Primer	12
3.1.2 Data Skunder.....	12
3.2 Pengolahan Data.....	14

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Hasil Perhitungan	19
4.2. Pembahasan	20
BAB V PENUTUP.....	26
5.1. Kesimpulan.....	26
5.2. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Shell and Tube Heat Exchanger	8
Gambar 2.2 Design Tube pada Heat Exchanger	8
Gambar 2.3 Shell and Tube Heat Exchanger	9
Gambar 2.4 Spiral Heat Exchanger.....	9
Gambar 2.5 Fouling pada Heat Exchanger	11
Gambar 4.1 Perbandingan Ud Aktual dengan Ud <i>Design</i>	21
Gambar 4.2 Perbandingan Q Aktual dan Q <i>Design</i>	22
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Rd <i>Design</i> vs Rd Aktual Bulan Juli 2021	23
Gambar 4.4 Perbandingan Efektivitas Aktual dengan Efektivitas <i>Design</i>	24

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Kondisi Design Heat Exchanger 15-E-101	132
Tabel 3.2 Data Kondisi Operasi Aktual Heat Exchanger 15-E-101	13
Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Q, Ud, Rd dan Efektivitas dari Data <i>Design</i> dan Data Aktual <i>Heat exchanger</i> 15-E-101	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Layaknya tridharma perguruan tinggi, yakni melaksanakan kegiatan belajar mengajar, penelitian, serta pengaplikasiannya di dalam masyarakat yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Hal tersebut dapat diterapkan melalui penerapan langsung di lapangan dengan mengaplikasikan teori maupun penelitian yang didapat di kampus secara langsung di dalam salah satu industri yang linear dengan keahlian yang didapat. Sebagai salah satu instansi perguruan tinggi swasta, Universitas Internasional Semen Indonesia (UISI) juga wajib melaksanakan tridharma perguruan tinggi. UISI merupakan salah satu perguruan tinggi berbasis korporasi di bawah naungan PT. Semen Indonesia, Tbk. Universitas ini terletak di Kawasan pabrik Semen Indonesia, di Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, Kabupaten Gresik Jawa Timur.

Teknik kimia merupakan salah satu departemen di UISI yang berfokus mempelajari pemrosesan suatu bahan baku (raw material) menjadi produk bernilai dengan mengedepankan beberapa aspek seperti ekonomi, manajerial, ketersediaan bahan baku maupun faktor lingkungan. Pada era globalisasi saat ini, banyak industri berbasis kimia yang membutuhkan tenaga kerja profesional khususnya dalam bidang Teknik Kimia. Program Studi Teknik Kimia merupakan salah satu cabang ilmu teknik maupun rekayasa yang mempelajari mengenai pemrosesan bahan mentah menjadi barang yang bernilai ekonomis baik itu dilakukan di dalam skala kecil maupun di dalam skala besar. Beberapa bidang terkait yang menjadi fokus dari program studi Teknik Kimia, antara lain: proses produksi, pengolahan air limbah, sistem utilitas pabrik, perancangan alat, *design* pabrik dan alat industri kimia, penentuan bahan konstruksi pabrik, manajemen dan keselamatan pabrik kimia, beserta perencanaan anggaran dan perekonomian di dalam suatu pabrik.

Departemen Teknik Kimia mempelajari mengenai proses pengolahan bahan baku menjadi produk yang bernilai ekonomis. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan nilai guna dari bahan tersebut dengan memperhatikan beberapa

aspek. Salah satu industri kimia yang dipelajari di Departemen Teknik Kimia UI SI adalah industri pengolahan gas alam. Gas alam sendiri merupakan salah satu sumber energi yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia yang dipergunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga gas atau uap, bahan baku pupuk, dan industri LNG (Liquefied Natural Gas). Berdasarkan teori yang telah didapat dari kegiatan belajar mengajar di bangku perkuliahan, salah satunya untuk mengetahui seberapa penting kemurnian suatu produk gas alam beserta pengaplikasiannya maka diperlukan kegiatan yang mendukung hal tersebut, yaitu melalui program Kerja Praktik. Di Indonesia, PT. Pertamina (Persero) merupakan bagian dari Badan Usaha Milik Negara (BUMN) sebagai unit pengolahan (Refinery Unit) salah satu sumber daya alam yakni minyak dan gas bumi. Salah satu unit pengolahan yang dimiliki PT. Pertamina (Persero) adalah Refinery Unit VI yang merupakan kilang yang beroperasi sejak tahun 1994 dan kilang ke enam dari tujuh kilang yang dimiliki PT. Pertamina (Persero). Bertempat di Kecamatan Balongan, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat.

PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit VI memiliki beberapa unit – unit yang menjadi andalan seperti CDU, AHU, RCC, HTU, NPU, POC, LEU, CCU dan lain – lain. Dengan produk unggulan nya yaitu Premium, Peralite, Pertamax, Pertamax Turbo, Solar, Avtur, Liquefied Petroleum Gas (LPG) dan Propylene. Dalam hal ini, mahasiswa akan terjun langsung ke lapangan untuk mengaplikasikan ilmu yang telah didapat untuk mengelola bahan baku menjadi barang jadi bernilai. Salah satu unit terpenting adalah unit 15 atau Residue Catalytic Cracking (RCC). Unit ini dirancang untuk mengolah Treated Atmospheric Residue yang berasal dari AHU dengan desain 29.500 BPSD (35,5% volume) dan Unsaturated Atmospheric Residue yang berasal dari unit CDU dengan desain 53.000 BPSD (64,5% vol) kapasitas terpasang adalah 83.000 BPSD. Dalam proses reaksi cracking, sebelum masuk riser rektor, feed dipanaskan terlebih dahulu di heat exchanger agar umpan tersebut lebih mudah teratomisasi sehingga kontak antara molekul umpan dan katalis semakin baik karena berlangsung pada suhu tinggi.

Alat heat exchanger terdapat di beberapa unit, salah satunya di unit RCC. Apabila heat exchanger telah digunakan dalam waktu yang lama, akan terdapat

kotoran yang menempel pada dinding shell dan tube yang disebut fouling sehingga menyebabkan terbentuknya kerak dan menghambat laju transfer panas aliran fluida di dalam heat exchanger, maka diperlukan analisis secara rutin untuk mengetahui kelayakan operasi kinerja dari heat exchanger dan kelangsungan proses dapat berjalan dengan baik.

Dari uraian diatas, tugas khusus ini akan meninjau heat exchanger yang terdapat di unit 15 atau RCC yaitu 15-E-101. Jenis heat exchanger merupakan Shell Raw Oil dan Tube Net Bottom. Dalam hal ini, evaluasi kinerja heat exchanger untuk mengetahui performa dari heat exchanger tersebut apakah masih layak digunakan atau tidak atau apakah terjadi fouling atau tidak. Dalam proses evaluasi ini, menggunakan perbandingan data desain dan data aktual heat exchanger 15-E-101 dengan parameter - parameter heat duty, clean overall, dirt overall, fouling factor dan efektivitas untuk menganalisa masalah yang terjadi pada unit tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja *Heat exchanger* 15-E-101 berdasarkan perbandingan fouling factor (Rd), dan efektivitas data aktual *heat exchanger* pada bulan Juli 2021 dengan data *design heat exchanger* ?
2. Apakah pengaruh fouling factor dan efektivitas pada kinerja *heat exchanger* 15-E-101 ?
3. Apakah data aktual *heat exchanger* pada bulan Juli 2021 masih layak untuk digunakan ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dijabarkan, maka tugas khusus ini bertujuan:

1. Mengevaluasi kinerja *heat exchanger* 15-E-101 dengan menghitung fouling factor dan efektivitas data aktual *heat exchanger* pada bulan Juli 2021.
2. Menganalisa pengaruh fouling factor dan efektivitas terhadap kinerja dari *heat exchanger* 15-E-101.
3. Mengetahui kelayakan *heat exchanger* pada bulan Juli 2021.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari mekanisme perpindahan panas secara detail. Perpindahan kalor terjadi karena adanya perbedaan suhu antara 2 (atau lebih) tempat atau benda maupun zat, dan kalor akan berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas, yaitu: konduksi (molekuler), konveksi (melalui aliran), dan radiasi (melalui gelombang elektromagnetik, pancaran, sinar). Dalam hal konduksi, panas akan bergerak dan tidak akan mengikuti aliran media perpindahan panas atau media (padat, cair, gas) tidak akan mengalir. Kalor akan berpindah dari partikel ke partikel lain dalam medium. Dalam padatan, satu-satunya cara untuk mentransfer panas adalah melalui konduksi.

2.1.1 Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas konduktif adalah proses perpindahan panas dimana panas mengalir dari tempat yang bersuhu tinggi ke tempat yang bersuhu rendah, tetapi media perpindahan panasnya tetap ada. Perpindahan panas secara konduksi terjadi tidak hanya pada padatan, tetapi juga pada cairan atau gas, tetapi padatan dengan konduktivitas tertinggi adalah:

Konduktivitas padatan > konduktivitas cairan dan gas

Jika media perpindahan panasnya adalah gas, molekul gas suhu tinggi bergerak lebih cepat daripada molekul gas suhu rendah. Jika ada perbedaan suhu, molekul-molekul di daerah suhu tertinggi akan mentransfer panas ke molekul suhu terendah ketika mereka bertumbukan dengan molekul suhu terendah.

Jika media perpindahan panas konduktif adalah cairan, mekanisme perpindahan panas yang terjadi sama dengan konduksi gas, kecuali bahwa kecepatan molekul cair lebih lambat daripada kecepatan molekul gas. Tetapi jarak antar molekul dalam zat cair lebih pendek daripada jarak antar molekul dalam fase gas.

2.1.2 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah suatu proses perpindahan panas dimana zat cair atau gas yang bersuhu lebih tinggi mengalir ke tempat yang bersuhu lebih

rendah dan memberikan panas ke permukaan yang bersuhu lebih rendah. Perpindahan panas terjadi antara permukaan padat dan fluida yang mengalir di sekitarnya. Oleh karena itu, perpindahan panas ini membutuhkan media penghantar berupa fluida (cair atau gas).

Perpindahan panas secara konveksi terjadi melalui 2 cara yaitu:

1. konveksi bebas/konveksi alamiah.

Perpindahan panas hanya disebabkan oleh perbedaan suhu dan perbedaan densitas, dan tidak ada gaya eksternal yang mendorongnya.

2. konveksi paksaan.

Perpindahan panas di mana aliran gas atau cairan disebabkan oleh kekuatan eksternal.

2.1.3 Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas karena radiasi/radiasi/radiasi gelombang elektromagnetik. Perpindahan panas radiasi terjadi secara elektromagnetik pada rentang panjang gelombang tertentu. Oleh karena itu, perpindahan panas secara radiasi tidak memerlukan media, sehingga perpindahan panas dapat dilakukan dalam ruang hampa udara.

Benda yang dapat memancarkan panas dengan sempurna disebut radiator sempurna dan disebut benda hitam. Benda yang tidak dapat menghamburkan panas dengan sempurna disebut benda abu-abu.

2.2 Alat Penukar Panas Pada Industri

Pada industri pengolahan minyak, *heat exchanger* yang paling banyak digunakan adalah tipe *shell and tube heat exchanger*. Alat penukar panas memiliki peran masing-masing dalam menjalankan proses. Berikut alat penukar panas dalam dunia industri :

1. Chiller

Penukar panas digunakan untuk mendinginkan cairan ke suhu rendah. Dibandingkan dengan pendingin yang dibuat oleh pendingin air, suhu pendingin di dalam pendingin lebih rendah. Untuk pendingin jenis ini, media pendingin biasanya amonia atau freon.

2. Condenser

Dalam industri kimia, kondensor sering muncul di menara pemisah yang melibatkan proses perpindahan panas. Dalam sistem kompresi uap (vapor compression), kondensor adalah komponen yang berfungsi untuk mengubah fasa refrigeran dari uap bertekanan tinggi menjadi cairan bertekanan tinggi, atau dengan kata lain terjadi proses pengembunan di dalam kondensor. Refrigeran menjadi cair dan kemudian mengalir ke evaporator melalui pompa.

3. Cooler

Jenis penukar panas ini digunakan untuk mendinginkan cairan atau gas dengan menggunakan air sebagai media pendinginnya. Tidak ada pergeseran fasa di sini. Dengan berkembangnya teknologi, cooler menggunakan media pendingin berupa udara dengan bantuan kipas.

4. Evaporator

Penukar panas yang digunakan untuk menguapkan cairan menjadi uap. Pada alat ini, proses penguapan (evaporasi) suatu zat dari fase cair menjadi uap. Alat ini menggunakan panas laten, dan bahan yang digunakan adalah air atau refrigeran cair.

5. Reboiler

Penukar panas digunakan untuk merebus dan menguapkan sebagian cairan yang diolah. Media pemanas yang sering digunakan adalah uap atau bahan panas olahan.

6. *Heat exchanger*

Heat exchanger merupakan peralatan yang digunakan untuk perpindahan panas antara dua atau lebih fluida. Dalam *heat exchanger* tidak terjadi pencampuran seperti halnya dalam suatu *mixing chamber*. Alat penukar panas ini bertujuan untuk memanfaatkan panas suatualiran fluida yang lain.

7. Heater

Penukar panas digunakan untuk memanaskan (menaikkan suhu) cairan proses menggunakan media pemanas. Media pemanas yang umum digunakan termasuk uap atau cairan termal lainnya.

8. Furnace

Penukar panas digunakan untuk memanaskan umpan sampai suhu tertentu

sebelum diproses lebih lanjut di menara unit distilasi mentah (CDU), unit vakum tinggi (HVU) dan unit perengkahan katalitik fluida ascending (FCCU).

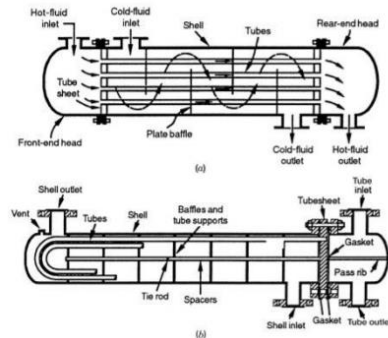
2.3 *Heat exchanger* dan Jenis-jenisnya.

Heat exchanger merupakan peralatan yang digunakan untuk perpindahan panas antara dua atau lebih fluida. Banyak jenis *heat exchanger* yang dibuat dan digunakan dalam industri contohnya pada unit pendingin, unit pengkondisi udara, proses di industri, sistem turbin gas, dll. Dalam *heat exchanger* tidak terjadi pencampuran seperti halnya dalam suatu *mixing chamber*. Dalam radiator mobil misalnya, panas berpindah dari air yang panas yang mengalir dalam pipa radiator ke udara yang mengalir dengan bantuan *fan*. Menurut Cengel (1997), hampir pada semua *heat exchanger*, perpindahan panas didominasi oleh konveksi dan konduksi dari fluida panas ke fluida dingin, dimana keduanya dipisahkan oleh dinding. Perpindahan panas secara konveksi sangat dipengaruhi oleh bentuk geometri *heat exchanger* dan tiga bilangan tak berdimensi, yaitu bilangan Reynold, bilangan Nusselt dan bilangan Prandtl fluida. Besar konveksi yang terjadi dalam suatu *double-pipe heat exchanger* akan berbeda dengan *cross-flow heat exchanger* atau *shell-and-tube heat exchanger* atau *compact heat exchanger* atau *plate heat exchanger* untuk beda temperatur yang sama. Sedang besar ketiga bilangan tak berdimensi tersebut tergantung pada kecepatan aliran serta properti fluida yang meliputi massa jenis, viskositas absolut, panas jenis dan konduktivitas panas. (Handoyo, 2000)

Adapun jenis-jenis dari *heat exchanger* adalah sebagai berikut:

a. Shell & Tube

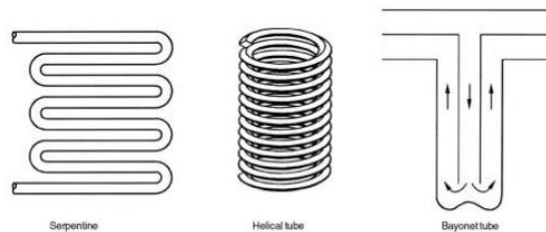
Heat exchanger tipe shell & tube menjadi satu tipe yang paling mudah dikenal. Tipe ini melibatkan tube sebagai komponen utamanya. Salah satu fluida mengalir di dalam tube, sedangkan fluida lainnya mengalir di luar tube. Pipa pipa tube didesign berada di dalam sebuah ruang berbentuk silinder yang disebut dengan shell, sedemikian rupa sehingga pipa-pipa tubetersebut berada sejajar dengan sumbu shell.



Gambar 2.1 Shell and Tube Heat Exchanger

- Tube

Pipa tube berpenampang lingkaran menjadi jenis yang paling banyak digunakan pada *heat exchanger* tipe ini. *Design* rangkaian pipa tube dapat bermacam-macam sesuai dengan fluida kerja yang dihadapi.



Gambar 2.2 Design Tube pada Heat Exchanger

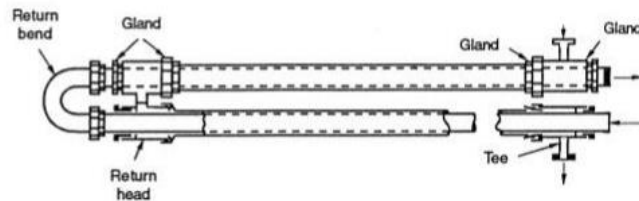
- Shell

Bagian ini menjadi tempat mengalirnya fluida kerja yang lain selain yang mengalir di dalam tube. Umumnya shell *didesign* berbentuk silinder dengan penampang melingkar. Material untuk membuat shell ini adalah pipa silindris jika diameter *design* dari shell tersebut kurang dari 0,6 meter. Sedangkan jika lebih dari 0,6 meter, maka digunakan bahan plat metal yang dibentuk silindris dan disambung dengan proses pengelasan.

b. Double Pipe Heat-Exchanger

Heat exchanger ini menggunakan dua pipa dengan diameter yang berbeda. Pipa dengan diameter lebih kecil dipasang paralel di dalam pipa berdiameter lebih besar. Perpindahan panas terjadi pada saat fluida kerja yang satu mengalir di dalam pipa diameter kecil, dan fluida kerja lainnya mengalir di luar pipa tersebut. Arah aliran fluida dapat *didesign* berlawanan arah untuk mendapatkan

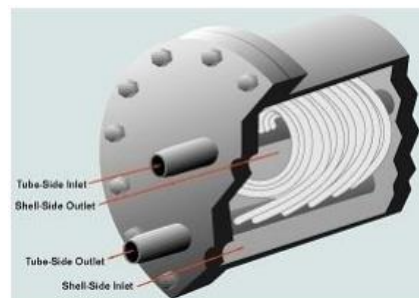
perubahan temperatur yang tinggi, atau jika diinginkan temperatur yang merata pada semua sisi dinding *heat exchanger* maka arah aliran fluida dapat didesign searah.



Gambar 2.3 Shell and Tube Heat Exchanger

c. *Spiral Heat exchanger*

Heat exchanger tipe ini menggunakan pipa tube yang didesign membentuk spiral di dalam sisi shell. Perpindahan panas pada tipe ini sangat efisien, namun di sisi hampir tidak mungkin untuk melakukan pembersihan sisi dalam tube apabila kotor.



Gambar 2.4 Spiral Heat Exchanger

(Elvirianti, 2017)

2.4 Jenis Aliran

Adapun jenis-jenis aliran fluida didalam pipa adalah sebagai berikut:

a. Aliran Laminar

Aliran Laminar adalah aliran fluida dengan kecepatan rendah. Partikel - partikel fluida mengalir secara teratur dan sejajar dengan sumbu pipa. Reynolds menunjukkan bahwa untuk aliran laminar berlaku Bilangan Reynolds, $NRe < 2100$. Pada keadaan ini juga berlaku hubungan Head Loss berbanding lurus dengan kecepatan linear fluida.

b. Aliran Turbulen

Aliran Turbulen adalah aliran fluida dengan kecepatan tinggi. Partikel-partikel fluida mengalir secara tidak teratur atau acak didalam pipa. Reynolds menunjukkan bahwa untuk aliran turbulen berlaku Bilangan Reynolds, $NRe > 4000$. Pada keadaan ini Juga berlaku hubungan Head Loss berbanding lurus dengan kecepetaan linear berpangkat n.

c. Aliran Transisi

Aliran Transisi adalah aliran fluida dengan kecepatan diantara kecepatan laminar dan kecepatan turbulen. Aliran berbentuk laminar atau turbulen sangat tergantung oleh pipa dan perlengkapannya. Reynolds menunjukkan bahwa untuk aliran transisi berlaku hubungan Bilangan Reynold, $2100 < NRe < 4000$.

(Muslim, 2019)

2.5 Arah Aliran

2.5.1 Counter Current Flow

Arus berlawanan atau counter current adalah aliran dalam arah yang berlawanan, di mana satu fluida memasuki salah satu ujung penukar panas dan fluida lain memasuki ujung penukar panas yang lain, dan masing-masing fluida mengalir dengan arah yang berlawanan. Untuk jenis aliran balik ini, dapat memberikan panas yang lebih baik daripada aliran langsung atau paralel. Jumlah lintasan juga mempengaruhi efisiensi penukar panas yang digunakan.

2.5.2 Parallel flow/co-current

Aliran paralel atau paralel adalah aliran searah dimana dua fluida memasuki ujung penukar panas yang sama dan kedua fluida mengalir satu arah menuju ujung penukar panas yang lain.

2.5.3 Cross flow

Cross flow atau yang biasa disebut dengan cross flow mengacu pada pergerakan fluida yang mengalir di sepanjang suatu permukaan pada penampang vertikal.

2.6 Fouling

Fouling adalah deposit yang tidak diinginkan pada permukaan perpindahan panas. Ini menghambat proses perpindahan panas dan meningkatkan ketahanan terhadap aliran fluida, meningkatkan penurunan tekanan. Pembentukan kerak terjadi karena proses pengendapan, kristalisasi, reaksi dan korosi. Dalam pengolahan atau pemurnian minyak mentah, penyebab utama fouling adalah kotoran yang dibawa oleh minyak mentah. Fouling pada *heat exchanger* tidak dapat dihindari, akan mempengaruhi produktivitas dan efisiensi *heat exchanger*. Adapun faktor yang mempengaruhi fouling dalam industri perminyakan antara lain suhu permukaan, laju aliran fluida, jenis minyak, campuran minyak, dan reaksi.



Gambar 2.5 Fouling pada Heat Exchanger

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Untuk mengevaluasi kinerja *Heat exchanger* (15-E- 101) pada unit Residue Catalytic Cracking (RCC) dilakukan pengumpulan data analisis sebelum dilakukan perhitungan dan setelah melakukan identifikasi suatu permasalahan pada kinerja unit operasi. Data *Heat exchanger* yang digunakan yaitu pada tanggal 01 Juli-31 Juli 2021. Adapun jenis data yang dikumpulkan terbagi menjadi 2, yaitu: data primer dan sekunder.

3.1.1 Data Primer

Data primer meliputi data *design Heat exchanger* 15-E-101 yang digunakan untuk pembandingan antara data aktual dan data *design*. Data *Design* terdapat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Data Kondisi Design Heat Exchanger 15-E-101

Parameter	Shell		Tube	
	In	Out	In	Out
<i>Flow (Kg/h)</i>	505048		471097	
<i>Spesific Gravity</i>	0.807	0.771	0.801	0.848
<i>Viscocitas (cP)</i>	2.995	1.425	0.332	0.513
<i>Spesific Heat (kCal/kg.°C)</i>	0.637	0.705	0.665	0.601
<i>Conductivity (kCal/m.h.°C)</i>	0.087	0.079	0.069	0.078
<i>Temperature (°C)</i>	213	274	357	288
<i>Operating Pressure (Kg/cm²)</i>	12.83		6.25	
<i>Number of passes</i>	1		4	
<i>Pressure drop allowed (Kg/cm²)</i>	0.703		703	

3.1.2 Data Skunder

Pengumpulan data sekunder digunakan sebagai dasar perhitungan dalam menganalisa evaluasi *heat exchanger* (15-E- 101) pada unit *RCC*. Data sekunder

meliputi data-data mass flow, temperature masuk dan keluar pada shell maupun tube. Pengumpulan data sekunder juga dilakukan melalui studi literatur dari buku yaitu Kern, D.Q., 1974 “*Process Heat Transfer*”, Mc-Graw Hill, Book Company, New York, dimana literatur digunakan untuk langkah- langkah perhitungan, grafik dan tabel yang digunakan untuk perancangan alat. Data sekunder terdapat pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Data Kondisi Operasi Aktual Heat Exchanger 15-E-101

	Cold side in	Hot side in	Cold side out	Hot side out	Cold side (shell)	Hot side (tube)
7/1/2021	Feed RCC	MCB Ex 15-P-101 A/B/C	Feed RCC	MCB Ex 15-P-101 A/B/C	Feed RCC	MCB Ex 15-P-101 A/B/C
7/31/2021	15TI545	15TI514	15TI529	15TI511	15FC526	15FC516
01-Jul-21 00:00:00	152.2551	327.3303	235.5375	254.9601	348.8733	707.2370
02-Jul-21 00:00:00	154.3356	325.6745	235.5332	254.1968	343.9730	700.7288
03-Jul-21 00:00:00	157.7880	327.1860	237.7030	255.8336	343.9414	708.0042
04-Jul-21 00:00:00	159.6117	325.7118	238.4399	255.3405	343.9149	707.6185
05-Jul-21 00:00:00	157.9920	324.7263	237.5285	254.1275	343.9711	709.1055
06-Jul-21 00:00:00	159.3823	323.9108	237.1462	254.2360	343.9643	708.3145
07-Jul-21 00:00:00	160.2492	324.5103	237.8565	254.9072	343.9375	704.9595
08-Jul-21 00:00:00	160.5218	324.6412	238.0319	254.6816	343.9635	691.5860
09-Jul-21 00:00:00	159.0768	324.0356	238.1395	254.0745	343.9657	688.5385
10-Jul-21 00:00:00	157.0097	324.4192	237.2591	253.0994	343.9623	713.6841
11-Jul-21 00:00:00	159.9517	325.5110	238.3004	255.0890	343.9589	707.7363
12-Jul-21 00:00:00	160.8040	325.8327	239.4430	254.9471	343.9658	705.2781
13-Jul-21 00:00:00	159.0044	322.7669	237.3702	253.0184	343.9879	699.1796
14-Jul-21 00:00:00	161.2444	323.1831	237.0652	254.1893	343.9510	688.5701
15-Jul-21 00:00:00	160.5454	324.7309	236.9967	254.1394	343.9896	693.3969
16-Jul-21 00:00:00	164.8251	326.3988	239.9855	256.9042	344.0436	691.4374
17-Jul-21 00:00:00	164.5767	325.2956	239.9590	256.1190	343.9994	691.3324

18-Jul-21 00:00:00	162.3765	323.8438	236.9426	255.0625	343.9698	687.7644
19-Jul-21 00:00:00	160.8738	324.6264	237.2274	255.7856	343.9456	700.7826
20-Jul-21 00:00:00	158.7659	324.6643	236.8160	255.1970	343.9560	696.9410
21-Jul-21 00:00:00	153.3628	324.9844	234.8573	253.8776	343.9394	685.2746
22-Jul-21 00:00:00	156.8659	324.8871	236.9496	253.8919	344.0004	674.9788
23-Jul-21 00:00:00	160.0659	324.9878	239.5355	256.1582	343.9625	695.3421
24-Jul-21 00:00:00	161.5702	326.1871	239.3967	256.9199	343.9632	699.3805
25-Jul-21 00:00:00	160.6752	325.6017	238.7054	256.0320	343.8687	699.1158
26-Jul-21 00:00:00	155.0983	323.7557	234.1672	253.6008	343.9936	683.8533
27-Jul-21 00:00:00	151.9308	325.6148	232.5882	253.5029	343.9503	689.6309
28-Jul-21 00:00:00	153.2232	326.2322	233.6484	254.1445	343.9357	693.3297
29-Jul-21 00:00:00	150.8794	327.2740	233.8998	254.0811	343.9716	693.5972
30-Jul-21 00:00:00	150.1174	325.1631	232.9887	252.7420	343.9819	698.5662

3.2 Pengolahan Data

Berdasarkan dari data primer dan data sekunder, data tersebut dilakukan pengolahan data melalui langkah-langkah perhitungan dengan cara Kern sebagai berikut :

1. Menghitung Neraca Panas

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kerja alatpenukar panas sebagai berikut :

$$Q = m \times C_p \times \Delta T \text{ atau } Q = m \cdot \Lambda$$

Dimana :

Q = Jumlah panas yang dipindahkan, Btu/hr

M = Laju alir massa, lb/hr

C_p = Kapasitas panas fluida panas, Btu/lb °F

ΔT = Perbedaan temperature yang masuk dan keluar (°F)

Λ = Enthalpy

2. Perhitungan Log Mean Temperature Different (LMTD)

$$LMTD = \frac{(T_{hin} - T_{cout}) - (T_{hout} - T_{cin})}{LN \frac{(T_{hin} - T_{cout})}{(T_{hout} - T_{cin})}}$$

3. Menghitung flow area

Flow area adalah luas penampang yang tegak lurus arah aliran. Tube dan shell tipe alat penukar panas yang paling umum di kilangminyak.

a. Pada Tube

$$at = Nt \times a'tn$$

b. Pada Shell

$$as = \frac{ID \cdot c' \cdot B}{144 Pt}$$

Keterangan :

at = Flow area tube (ft^2)

as = Luas permukaan Shell (ft^2)

Nt = Jumlah tube

ID = Inside Diameter Shell (ft)

$a't$ = Flow area per tube (ft^2)

c' = Jarak antar tube (ft)

n = Jumlah pass

B = Baffle Space (ft)

Pt = Pitch (ft)

4. Menghitung Temperatur Kalorik (T_c dan t_c)

Temperature kalorik adalah sebagai temperature rata-rata fluidayang terlihat dalam pertukaran panas. Untuk menentukan temperature, langkah-langkahnya sebagai berikut :

a. Menghitung Δt_c dan Δt_h

b. Menentukan nilai K_c dari fig.17 (Kern)

c. Menentukan nilai F_c dari fig.17 (Kern) dari nilai K_c $\Delta t_c/\Delta t_h$ yang diperoleh

d. Menentukan T_c dan t_c

$$T_c = T_2 + F_c (T_1 - T_2)$$

$$t_c = t_1 + F_c (t_2 - t_1)$$

Temperature kalorik adalah sebagai temperature rata-rata fluidayang terlihat dalam pertukaran panas. Untuk menentukan temperature, langkah-langkahnya sebagai berikut :

e. Menghitung Δt_c dan Δt_h

f. Menentukan nilai K_c dari fig.17 (Kern)

g. Menentukan nilai F_c dari fig.17 (Kern) dari nilai $K_c \Delta t_c / \Delta t$ yang diperoleh

h. Menentukan T_c dan t_c

$$T_c = T_2 + F_c (T_1 - T_2)$$

$$t_c = t_1 + F_c (t_2 - t_1)$$

5. Menghitung Reynold Number (N_{re})

a. Tube Side

b. Shell Side

$$Ret = \frac{ID \times Gt}{\mu}$$

$$Res = \frac{De \times Gs}{\mu_s}$$

Keterangan :

Ret = Reynold number tube

D/ID = Diameter ekivalen tube, ft (Table. 10 Kern)

Gt = Mass velocity tube (lb/hr.ft²)

μ = Viskositas pada temperature caloric (lb.ft.hr)

Res = Reynold number shell

De = Diameter ekivalen shell, ft (Table.10 Kern)

μ_s = Viskositas pada temperatur caloric, lb/ft.hr

Gs = Mass velocity shell, lb.hr. ft²

6. Menghitung Mass Velocity

Kecepatan massa adalah perbandingan laju alir dengan flow area :

a. Tube side

$$Gt = \frac{Wt}{at}$$

Keterangan :

Gt = Mass velocity tube (lb/hr. ft²)

Wt = Flow rate fluid tube (lb/hr)

at = Flow area tube (ft²)

b. Shell side

$$Gs = \frac{Ws}{as}$$

Keterangan :

G_s = Mass velocity shell (lb/hr. ft^2)

W_s = Flow rate fluid shell (lb/hr)

a_s = Flow area shell (ft^2)

7. Menghitung Faktor Perpindahan Panas

a. Tube side

$$jH = \frac{hi \cdot D}{k} \left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{-\frac{1}{2}} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-0.14}$$

b. Shell side

$$jH = \frac{ho \cdot De}{k} \left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{-\frac{1}{2}} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-0.14}$$

8. Menghitung koefisien Panas (h)

a. Shell side

$$hi = jH \times \frac{k}{D} \times (c \times \mu k)^{-\frac{1}{3}} \times \phi_s$$

b. Tube side

$$hi = jH \times \frac{k}{D} \times (c \times \mu k)^{-\frac{1}{3}} \times \phi_t$$

$$\frac{hio}{\phi_t} = \frac{hi}{\phi_t} \times \frac{ID}{OD}$$

Atau memakai asumsi dan melakukan pembacaan pada fig.15.11, Kern untuk Shell Side

Keterangan :

h_o = Koefisien transfer di shell, btu/hr. ft^2 . °F

k = Konduktivitas pada temperatur kalorik, btu/hr. ft^2 . °F
 c = pecific heat pada temperatur kalorik, btu/lb. ft^2 . °F

μ = Viskositas pada temperatur kalorik, °F
 ϕ = Viscosity ratio

D = Diameter ekivalen tube

J_h = Faktor perpindahan panas

h_i = Koefisien transfer di-tube, btu/hr. ft^2 . °F

9. Menghitung Tube Well Temperature

$$t_w = t_c + \frac{hio}{hio+b} \times (T_c - t_c)$$

10. Menghitung Clean Heat Transfer Overall Coefficient (U_c)

a. Shell side

$$h_o = \frac{h_o}{\phi_s} \times \phi_s$$

b. Tube side

$$h_{io} = \frac{h_{io}}{\phi_t} \times \phi_t$$

U_c merupakan clean overall heat transfer coefficient jika tidak terjadi fouling /kerak.

$$U_c = \frac{Q}{A \times \Delta t}$$

11. Menghitung dirt overall heat transfer coefficient (U_d)

U_d merupakan dirt overall heat transfer coefficient jika terjadi fouling/kerak.

$$U_d = \frac{Q}{A \times \Delta T}$$

Keterangan :

U_d = Dirt Overall Heat Transfer Coefficient, $\text{btu/hr. ft}^2. ^\circ\text{F}$

A = Total surface

12. Menghitung Fouling Factor (R_d)

Rancangan HE dapat diterima jika R_d terhitung lebih besar dari R_d yang diperlukan (required R_d). Dengan kisaran nilai R_d tergantung dari jenis fluida dan prosesnya (Table 12, Kern) (Flynn, Akashige and Theodore, 1950).

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

13. Menghitung Pressure Drop

$$\Delta P_s = \frac{f \times G_s^2 \times D_s \times l_n}{5,22 \times 10^{10} \times D_{es} \times \phi_t}$$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perhitungan

Data hasil perhitungan diperoleh dari data *design heat exchanger* 15-E-101 pada unit Residue Catalytic Cracking (RCC) sebagai data primer. Sehingga dapat dilakukan pengolahan data sekunder terkait data-data mass flow, temperature in dan out pada shell ataupun tube, serta data laju alir masing-masing yang mengalir untuk melihat kondisi operasi dan aliran aktual pada *heat exchanger*. Sebagai pembanding antara data *design* dan data aktual kinerja *heat exchanger* 15-E-101 dengan melalui perhitungan di Microsoft Excel diperoleh hasil perhitungan pada bulan Juli 2021 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Q, Ud, Rd dan Efektivitas dari Data *Design* dan Data Aktual *Heat exchanger* 15-E-101

Tanggal	Q shell (btu/hr)	Q tube (btu/hr)	Ud (btu/hr ft ² F)	Rd (btu/hr ft ² F)	Efektivitas (%)
<i>Data Design</i>					
01 Juli 2021 - 30 Juli 2021	4.365.735	4.345.458	8,9185	0,1104	99,5355
<i>Data Aktual</i>					
01/07/2021	3582201,9	3659852,5	6,235	0,158	102,168
02/07/2021	3443474,7	3581452,1	6,211	0,159	104,007
03/07/2021	3388768,9	3612291,7	6,312	0,156	106,596
04/07/2021	3342423,0	3560681,2	6,369	0,155	106,530
05/07/2021	3373008,5	3579701,4	6,385	0,155	106,128
06/07/2021	3297770,0	3528911,8	6,340	0,156	107,009
07/07/2021	3290874,3	3508585,2	6,307	0,156	106,616
08/07/2021	3286998,1	3459648,7	6,231	0,158	105,253
09/07/2021	3352861,6	3444478,3	6,194	0,159	102,732

10/07/2021	3403152,6	3639611,2	6,464	0,153	106,948
11/07/2021	3322517,3	3563845,3	6,361	0,155	107,263
12/07/2021	3334896,6	3574844,4	6,439	0,153	107,195
13/07/2021	3323523,5	3487083,2	6,320	0,156	104,921
14/07/2021	3215242,5	3397013,5	6,156	0,160	105,653
15/07/2021	3242346,2	3500039,1	6,256	0,158	107,948
16/07/2021	3188093,7	3435917,9	6,353	0,155	107,773
17/07/2021	3197098,1	3419675,3	6,354	0,155	106,962
18/07/2021	3162211,1	3382586,0	6,183	0,159	106,969
19/07/2021	3237786,8	3449595,5	6,186	0,159	106,542
20/07/2021	3309828,7	3461904,2	6,111	0,161	104,595
21/07/2021	3455724,3	3484292,1	5,934	0,166	100,827
22/07/2021	3396503,9	3426557,7	6,097	0,162	100,885
23/07/2021	3370085,8	3422254,4	6,134	0,161	101,548
24/07/2021	3300417,2	3464015,7	6,273	0,157	104,957
25/07/2021	3308142,5	3477827,3	6,280	0,157	105,129
26/07/2021	3353397,9	3430515,4	5,914	0,167	102,300
27/07/2021	3420337,6	3556001,3	5,912	0,167	103,966
28/07/2021	3410347,3	3573878,9	6,007	0,164	104,795
29/07/2021	3520760,4	3630070,7	6,046	0,163	103,105
30/07/2021	3514542,4	3617525,1	6,061	0,163	102,930

4.2. Pembahasan

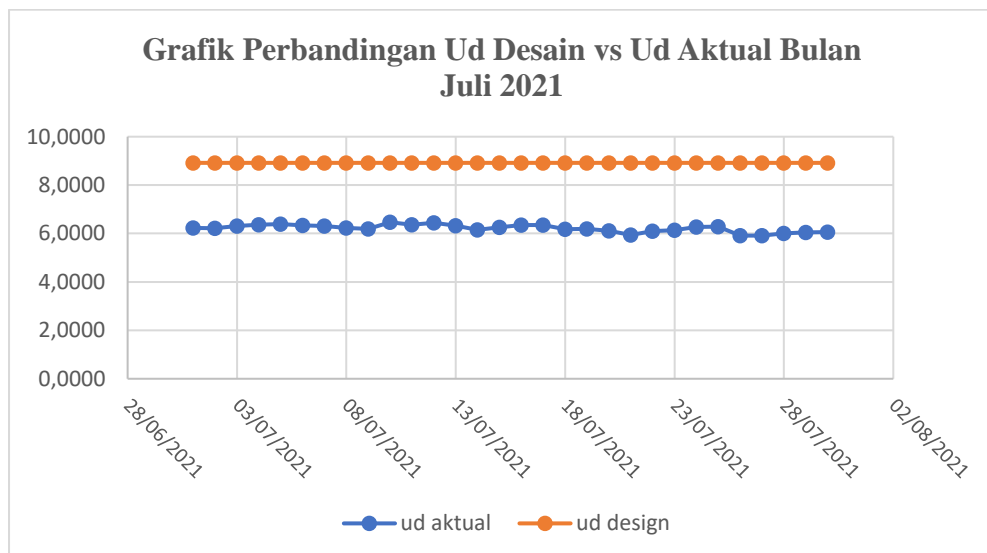
Heat exchanger merupakan peralatan yang digunakan untuk perpindahan panas antara dua atau lebih fluida. Banyak jenis *heat exchanger* yang dibuat dan digunakan dalam industri contohnya pada unit pendingin, unit pengkondisi udara, proses di industri, sistem turbin gas, dan lain sebagainya. Ketika panas bergerak maka akan terjadi pertukaran panas dan kemudian akan berhenti ketika kedua tempat tersebut sudah memiliki temperature yang sama. Evaluasi kinerja *heat exchanger* perlu dilakukan karena saat fluida mengalir pada *heat exchanger* memungkinkan adanya sebagian pengotor yang menempel pada dinding shell dan

tube sehingga menyebabkan terbentuknya kerak dan menyebabkan terhambatnya laju transfer panas aliran fluida di dalam *heat exchanger*. Jenis *heat exchanger* yang digunakan yaitu Raw Oil dan Main Column Bottoms dengan one passes shell dan four passes tube pada unit 15-E-101 (RCC). Dalam hal ini, untuk mengevaluasi kinerja *heat exchanger* 15-E-101 pada unit RCC menggunakan parameter berdasarkan hasil perhitungan nilai Q, Fouling Factor (Rd), Overall Dirt Coefficient (Ud), dan nilai efektivitas dengan membandingkan data *design* dan data aktual kinerja *heat exchanger*.

Koefisien perpindahan panas digunakan sebagai parameter yang menunjukkan jumlah panas atau kalor yang ditransfer oleh fluida panas ke fluida dingin. *Design overall coefficient* (Ud) adalah koefisien perpindahan panas menyeluruh setelah terjadi pengotoran pada *heat exchanger*. Nilai Ud dihitung berdasarkan persamaan berikut

$$Ud = \frac{Q}{A \times \Delta T}$$

Sehingga, didapatkan grafik perbandingan nilai Ud *Design* dan Ud Aktual sebagai berikut :

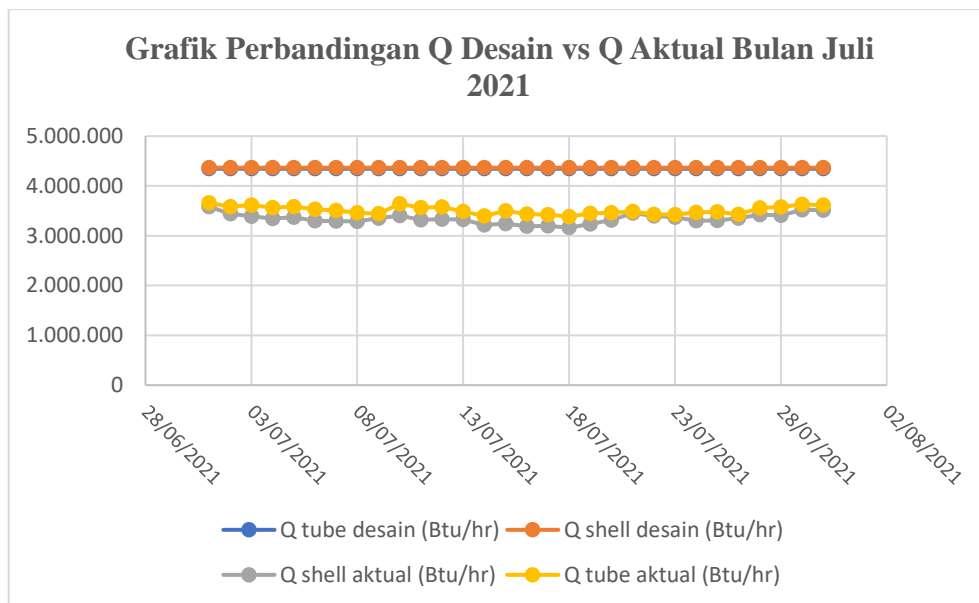


Gambar 4.1 Perbandingan Ud Aktual dengan Ud *Design*

Berdasarkan hasil grafik tersebut, nilai Ud pada *heat exchanger* 15-E-101 ini memiliki nilai yang lebih kecil daripada Ud hasil *design* nya. Besar kecilnya nilai Ud disebabkan oleh besar kecilnya panas yang berpindah antara fluida panas

dan fluida dingin (ΔT). Dimana salah satu faktor penurunan nilai U_d adalah adanya fouling. Selain itu, timbulnya korosi dan endapan memberikan tahanan tambahan terhadap aliran panas pada kondisi aktualnya. Sehingga, berdasarkan faktor tersebut maka hasil nilai U_d pada *heat exchanger* 15-E-101 ini memiliki nilai yang lebih kecil daripada U_d hasil *design* nya. Nilai U_d *design* adalah 8,9185 btu/hr ft² F dan sedangkan nilai U_d actual pada *heat exchanger* 15-E-101 memiliki nilai yang fluktuatif dan nilai terbesarnya adalah 6,4641 btu/hr ft² F pada tanggal 10 Juli 2021.

Transfer panas akan terjadi pada lingkungan yang memiliki temperature tinggi menuju ke temperature yang lebih rendah. Berdasarkan hasil perhitungan Q pada shell dan tube tanggal 01 Juli 2021 – 30 Juli 2021 perbandingan Q aktual dengan Q *design* memiliki hasil perbedaan yang cukup jauh. Perbandingan nilai Q aktual dan Q *design* tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

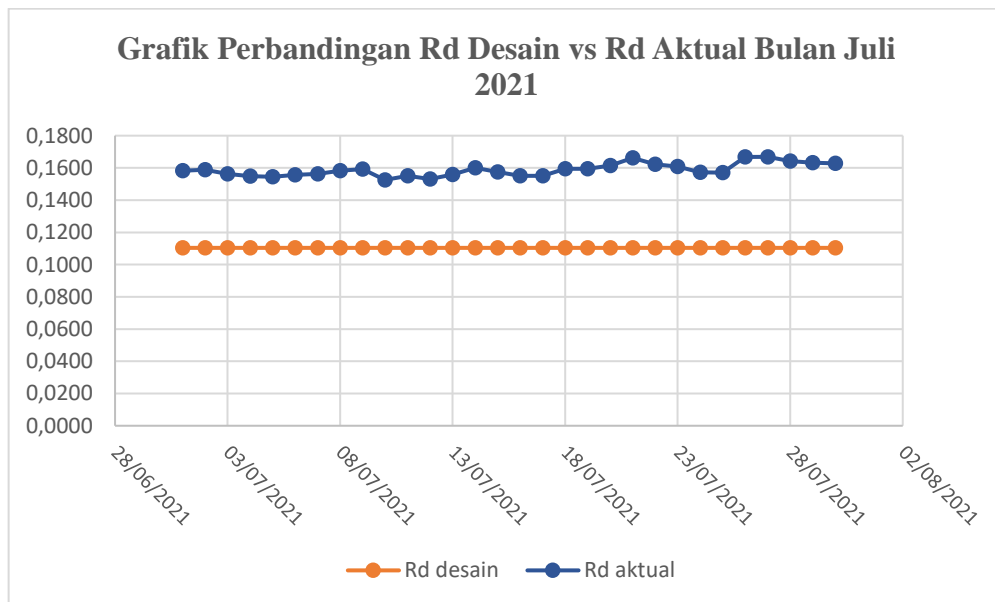


Gambar 4.2 Perbandingan Q Aktual dan Q *Design*

Berdasarkan hasil grafik tersebut, koefisien perpindahan panas pada Q Shell Aktual lebih rendah jika dibandingkan dengan Q Shell *Design*, selain itu nilai Q tube actual lebih besar daripada nilai Q shell actual. Hal tersebut dipengaruhi oleh nilai laju alir massa yang diumpankan ke dalam *heat exchanger*, dan sehingga pada tube ini lebih cepat proses transfer panasnya. Nilai Q shell dan Q *design* adalah berturut-turut adalah 4.365.735 btu/hr dan 4.345.458 btu/hr. Sedangkan, pada nilai

Q shell dan Q tube actual memiliki nilai yang fluktuatif 3.582.202 btu/hr dan 3.659.852 btu/hr pada tanggal 1 Juli 2021.

Kemudian, evaluasi selanjutnya yaitu pada nilai Rd (Fouling Factor). Fouling Factor (Rd) adalah salah satu parameter yang menunjukkan besarnya faktor pengotor atau angka yang menunjukkan hambatan akibat adanya kotoran yang terbawa fluida dalam *heat exchanger* yang mengakibatkan bertambahnya besaran tahanan termalnya. Untuk mengetahui apakah *heat exchanger* masih layak atau tidak untuk digunakan maka dilakukan perhitungan performance *heat exchanger* dengan membandingkan harga Rd pada saat terjadi kenaikan performance dengan nilai Rd *design*. Besarnya nilai Rd akan mempengaruhi besarnya nilai Uc.



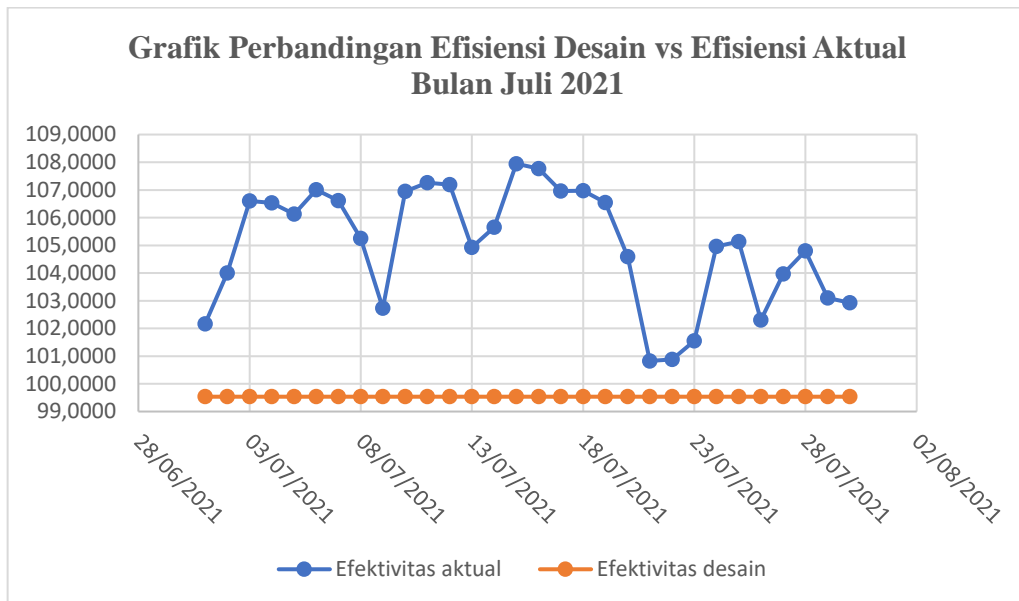
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Rd *Design* vs Rd Aktual Bulan Juli 2021

Berdasarkan gambar grafik diatas dapat dilihat perbandingan antara nilai Rd Aktual dan Rd *Design* pada *heat exchanger* 15-E-101 periode 01 Juli – 30 Juli 2021 bahwa nilai fouling factor (Rd) Aktual lebih besar daripada nilai Rd *Design* yang memiliki rata-rata sebesar 0,1579 °F sedangkan rata-rata Rd Aktual sebesar 0,1104 °F. Semakin banyak beban panas yang dapat dilepaskan Q (kalor) maka nilai Rd akan semakin tinggi, jika panas yang dilepaskan lebih rendah maka nilai Rd yang dihasilkan akan rendah sehingga mengakibatkan kenaikan tahanan transfer panas. Nilai Rd actual lebih tinggi daripada nilai Rd *design* sehingga, pengotor yang ada pada *heat exchanger* 15-E-101 untuk bulan Juli tersebut lebih banyak daripada

pengotor yang ada pada desain, dan *heat exchanger* 15-E-101 harus segera dilakukan *cleaning*.

Kenaikan pada Rd menunjukkan bahwa adanya pengotor yang terakumulasi menjadi kerak. Timbulnya *fouling* pada permukaan *heat exchanger* dapat diminimalisir dengan adanya injeksi bahan kimia yang disebut anti foulant. Nilai Rd aktual lebih besar daripada nilai Rd *design* segera dilakukan proses *cleaning* pada *heat exchanger*. *Cleaning* berfungsi untuk membersihkan *fouling* yang menempel pada permukaan *heat exchanger*. *Cleaning* dapat digunakan dengan bahan kimia ataupun manual seperti di sikat atau sejenisnya.

Kemudian, untuk mengetahui apakah proses perpindahan panas berlangsung secara optimal atau tidak pada *heat exchanger*, dilakukan evaluasi berdasarkan perbandingan antara nilai efektivitas data aktual dengan nilai efisiensi efektivitas data *design* kinerja *heat exchanger*. Berikut gambar grafik perbandingan nilai efektivitas data aktual dengan data *design* dibawah ini :



Gambar 4.4 Perbandingan Efektivitas Aktual dengan Efektivitas *Design*

Berdasarkan gambar grafik diatas, nilai efektivitas data aktual memiliki rata-rata 105,01%, sedangkan nilai efektivitas pada data *design* memiliki rata-rata 99,53%. Nilai efektivitas didapatkan dari nilai Q pada shell maupun tube. Hal ini menunjukkan bahwa nilai efektivitas pada data aktual, lebih besar dibandingkan nilai efektivitas pada data *design heat exchanger* 15-E-101. Kenaikan nilai

efektivitas disebabkan karena besarnya nilai perbedaan LMTD yang dihasilkan pada perhitungan temperatur yang dihasilkan. Hal tersebut juga dapat terjadi karena adanya kesalahan pembacaan temperatur oleh instrument, sehingga temperatur yang dihasilkan memiliki selisih yang sangat besar, dan sehingga Q tube yang dihasilkan lebih besar dari Q shell. Nilai Q tersebut juga dapat dipengaruhi oleh laju alir massa yang ada pada *heat exchanger* 15-E-101. Semakin besar laju aliran massa maka semakin besar pula nilai efektivitas yang dihasilkan oleh *heat exchanger*.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi terhadap kinerja *heat exchanger* 15-E-101 pada unit RCC dari hasil analisa perhitungan serta pembahasan data aktual dan data *design heat exchanger* pada periode 01 Juli – 30 Juli 2021, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai R_d (fouling factor) Aktual lebih besar daripada nilai R_d Design yang memiliki rata-rata sebesar 0,1579 °F sedangkan rata-rata R_d Aktual sebesar 0,1104 °F. Sedangkan, nilai efektivitas data aktual memiliki rata-rata 105,01%, dan nilai efektivitas pada data *design* memiliki rata-rata 99,53%.
2. Berdasarkan nilai R_d (fouling factor) dan Efektifitas diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengotor yang terakumulasi menjadi kerak dan impurities pada *heat exchanger* 15-E-101.
3. Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan kondisi pada *heat exchanger* 15-E-101 periode 01 Juli – 30 Juli 2021 masih layak dioperasikan.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan cleaning secara berkala berdasarkan jadwal maintenance unit RCC dan menambahkan anti-foulant untuk menghambat terjadinya fouling juga agar performa *heat exchanger* di unit RCC tetap pada kondisi yang baik.
2. Melakukan kalibrasi alat pada instrument pembaca temperatur agar didapatkan nilai temperatur yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Elvirianti, W. (2017). Analisa Pengaruh Kecepatan Fluida Panas Aliran Berlawanan Terhadap Karakteristik Heat Exchanger Tipe Shell And Tube (Analysis Effect Of Hot Fluid Flow Rate With Counter Current To Characteristic Heat Exchanger Type Shell And Tube).
- Geankoplis. (1986). Transport Processes And Separation Process Principle. Canada: Prentice Hall City.
- Handoyo, E. A. (2000). Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Efektivitas Shell And Tube Heat Exchanger. Jurnal Teknik Mesin Vol. 2, No. 2 , 86-90.
- Muslim, T. (2019). Penentuan Faktor Kekerasan Pipa Pvs Berdasarka Persamaan Darcy Weisbach (Analisa Aliran Dalam Pipa). Universitas Bosowa Makasar.
- Flynn, A. M., Akashige, T. And Theodore, L. (1950) "Kern Process Heat Transfer", Journal Of The Franklin Institute, Pp. 462–463. Doi: 10.1016/0016-0032(50)90609-0.
- Kern, D., Q. 1965. Process Heat Transfer. International Student Edition. Mcgraw Hill Book Co : Tokyo.

LAMPIRAN

1. Surat Balasan Persetujuan Magang



Balongan, 18 Januari 2021
No. 012/K23310/2021-S8

Lampiran : 1 (satu) Berkas
Perihal : Permohonan PKL

Yang terhormat,
Koordinator KP. Jurusan Teknik Kimia
Universitas Internasional Semen Indonesia
Jl. Veteran Gresik 61122
Fax (031) 3985481

Menunjuk surat Koordinator KP. Universitas Internasional Semen Indonesia No. 0489/KI.05/03-01.01.03/12.20 tanggal 16 Desember 2020 perihal Permohonan Praktek Kerja Lapangan Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia atas nama:

Sdri. Nur Hidayati
Sdri. Hanna Eryati Nur'ain

NIM. 2031810034
NIM. 2031810017

Pada prinsipnya PT Pertamina (Persero) Refinery Unit VI dapat menerima permohonan Saudara dalam rangka praktek Mahasiswa tersebut diatas terhitung mulai **23 Agustus 2021 – 24 September 2021**. Kami telah menunjuk **Sdr. Ridho Edisty R.** Bagian **Process Engineering** sebagai pembimbing yang bersangkutan selama PKL berlangsung.

Memperhatikan perkembangan penyebaran COVID-19 dan apabila keadaan tidak memungkinkan, maka pelaksanaan PKL akan dilakukan secara virtual sesuai ketentuan yang berlaku di Perusahaan.

Sehubungan dengan hal tersebut bersama ini terlampir kami sampaikan persyaratan PKL, bila Saudara/ Mahasiswa menyetujui agar menandatangani di atas materai dan mengembalikan kepada kami paling lambat dua hari sebelum pelaksanaan PKL.

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Direktorat SDM
Unit Manager HC RU VI



Gusman Adiwardhana

2. Surat Pernyataan Berakhirnya Magang

SURAT KETERANGAN	
Nomor : Ket - 004 /KPI49800/2021-S9	
PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan	
Dengan ini menerangkan bahwa :	
N a m a	: HANNA ERYATI NUR'AIN
No. Mahasiswa	: 2031810017
Prodi. / Fak.	: Teknik Kimia / Teknologi Industri dan Agroindustri
Institusi	: Universitas Internasional Semen Indonesia
Telah melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) Virtual di PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan terhitung mulai tanggal 02 – 31 Agustus 2021	
Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.	
Balongan, 03 September 2021 Manager HC RU VI,  Gusman Adiwardhana	
	

SURAT KETERANGAN	
Nomor : Ket - 003 /KPI49800/2021-S9	
PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan	
Dengan ini menerangkan bahwa :	
N a m a	: NUR HIDAYATI
No. Mahasiswa	: 2031810034
Prodi. / Fak.	: Teknik Kimia / Teknologi Industri dan Agroindustri
Institusi	: Universitas Internasional Semen Indonesia
Telah melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) Virtual di PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan terhitung mulai tanggal 02 – 31 Agustus 2021	
Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.	
Balongan, 03 September 2021 Manager HC RU VI,  Gusman Adiwardhana	
	



































3. Lembar Kehadiran Magang



UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA
 Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.
 Jl. Veteran, Gresik Jawa Timur 61122
 Telp: (031) 3985482, (031) 3981732 ext. 3662 Fax: (031) 3985481

LEMBAR KEHADIRAN MAGANG

Nama : Nur Hidayati
 NIM : 209280094
 Judul Magang : Evaluasi Kinerja Hot Main Column Bottoms Raw Oil Exchanger (15-E-105) Pada Unit Residue Catalytic Cracking (RCC)

No	Tanggal	Kegiatan	TTD Pelaksana	TTD Pembimbing lapangan
1.	02/08/2021	Pembekalan Kerja Praktik		
2.	03/08/2021	Penjelasan materi DTU dan NPU		
3.	04/08/2021	Penjelasan materi AHU, RCU dan HTU		
4.	04/08/2021	Meet dengan pembimbing lapangan		
5.	05/08/2021	Penjelasan materi LEU dan POC		
6.	06/08/2021	Penjelasan materi OM dan UTL		
7.	10/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 1		
8.	12/08/2021	Penentuan topik tugas khusus		
9.	14/08/2021	Diskusi topik tugas khusus		
10.	16/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 2		
11.	18/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 3		
12.	19/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 4		
13.	20/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 5 & 6		
14.	21/08/2021	Pengumpulan laporan umum		
15.	23-27/08/2021	Mergerjakan tugas khusus		
16.	28-30/08/2021	Penyusunan laporan khusus		
17.	31/08/2021	Pengumpulan laporan khusus		

Catatan :
 Tuliskan kegiatan yang dilakukan (Harian/ Minggu) selama magang dan ditandatangani oleh Pelaksana magang dan Pembimbing Lapangan dimana magang dilaksanakan.


UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA



































Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Jl. Veteran, Gresik Jawa Timur 61122

Telp: (031) 3985482, (031) 3981732 ext. 3662 Fax: (031) 3985481

LEMBAR KEHADIRAN MAGANG

Nama : Hanna Eryati Nur'ain
 NIM : 20208007
 Judul Magang : Evaluasi Kinerja Hot Main Column Bottoms Raw Oil Exchanger (15-E-105) Pada Unit Residue Catalytic Cracking (RCC)

No	Tanggal	Kegiatan	TTD Pelaksana	TTD Pembimbing lapangan
1.	02/08/2021	Pembekalan Kerja Praktik		
2.	03/08/2021	Penjelasan materi DTU dan NPU		
3.	04/08/2021	Penjelasan materi AHU, RCU dan HTU		
4.	04/08/2021	Meet dengan pembimbing lapangan		
5.	05/08/2021	Penjelasan materi LEU dan PCC		
6.	06/08/2021	Penjelasan materi OM dan UTL		
7.	10/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 1		
8.	12/08/2021	Penentuan topik tugas khusus		
9.	14/08/2021	Diskusi topik tugas khusus		
10.	16/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 2		
11.	18/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 3		
12.	19/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 4		
13.	20/08/2021	Penyusunan laporan umum BAB 5 & 6		
14.	21/08/2021	Pengumpulan laporan umum		
15.	23-27/08/2021	Menegerjakan tugas khusus		
16.	28-30/08/2021	Penyusunan laporan khusus		
17.	31/08/2021	Pengumpulan laporan khusus		

Catatan :

Tuliskan kegiatan yang dilakukan (Harian/ Mingguan) selama magang dan diandatangani oleh Pelaksana magang dan Pembimbing Lapangan dimana magang dilaksanakan.

4. Lembar Asistensi Magang


UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA

 Kompleks PT. Semen Indonesia (Pensero) Tbk.
 Jl. Veteran, Gresik Jawa Timur 61122



Telp: (031) 3985482, (031) 3981732 ext. 3662 Fax: (031) 3985481

LEMBAR ASSISTENSI MAGANG

Nama : Hanna Eryati Nur'ain
 NIM : 2031810017
 Program Studi : Teknik Kimia
 Judul Magang : Evaluasi Kinerja *Hot Main Column Bottoms Raw Oil Exchanger (15-E-105)*
 Pada *Unit Residue Catalytic Cracking (RCC)*

MAGANG dilaksanakan terhitung mulai: 01 Agustus 2021 s/d 31 Agustus 2021

Laporan harus sudah dikumpul :

No	Tanggal	Kegiatan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	02/08/2021	Konfirmasi adanya pembekalan virtual	
2.	03/08/2021	Progres kegiatan kerja praktik minggu pertama	
3.	23/08/2021	Progres kegiatan kerja praktik minggu keempat yaitu penyusunan laporan khusus	
4.	31/09/2021	Pengumpulan laporan	

 Gresik, 31 Agustus 2021
 Dosen Pembimbing Magang


 (Eandi Ananda Prasetya, S.Si., M.Si.)
 NIP. 9106229

Catatan :

Harap dosen menentukan sistem asistensi dengan mahasiswa, apabila proses asistensi atau pengumpulan laporan magang melewati batas waktu, maka mahasiswa dinyatakan tidak lulus magang.

**UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA**

Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Jl. Veteran, Gresik Jawa Timur 61122


Telp: (031) 3985482, (031) 3981732 ext. 3662 Fax: (031) 3985481


LEMBAR ASSISTENSI MAGANG

Nama : Nur Hidayati
NIM : 2031810034
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Magang : Evaluasi Kinerja Hot Main Column Bottoms Raw Oil Exchanger (15-E-105)
Pada Unit Residue Catalytic Cracking (RCC)

MAGANG dilaksanakan terhitung mulai: 01 Agustus 2021 s/d 31 Agustus 2021

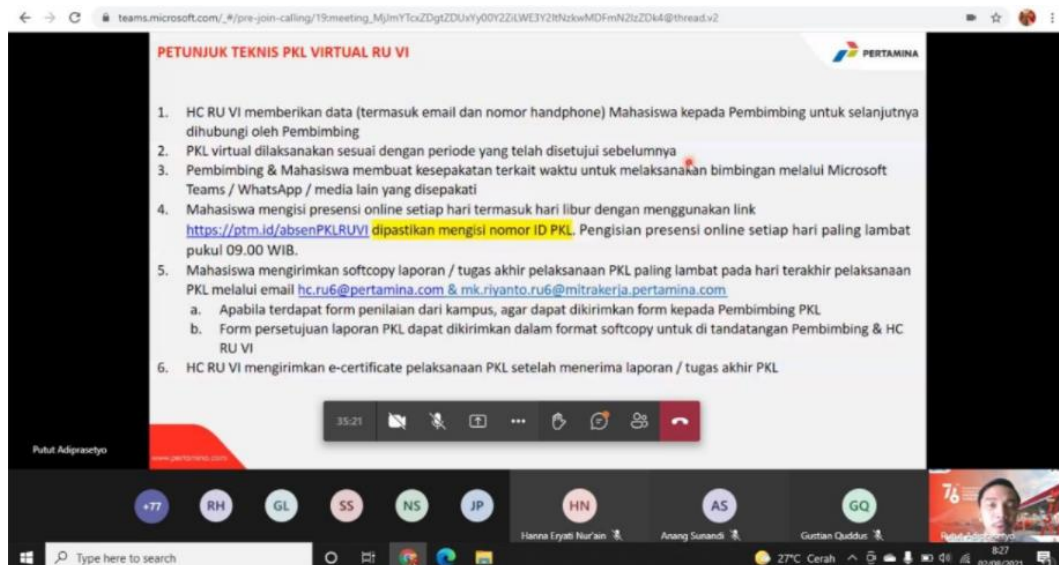
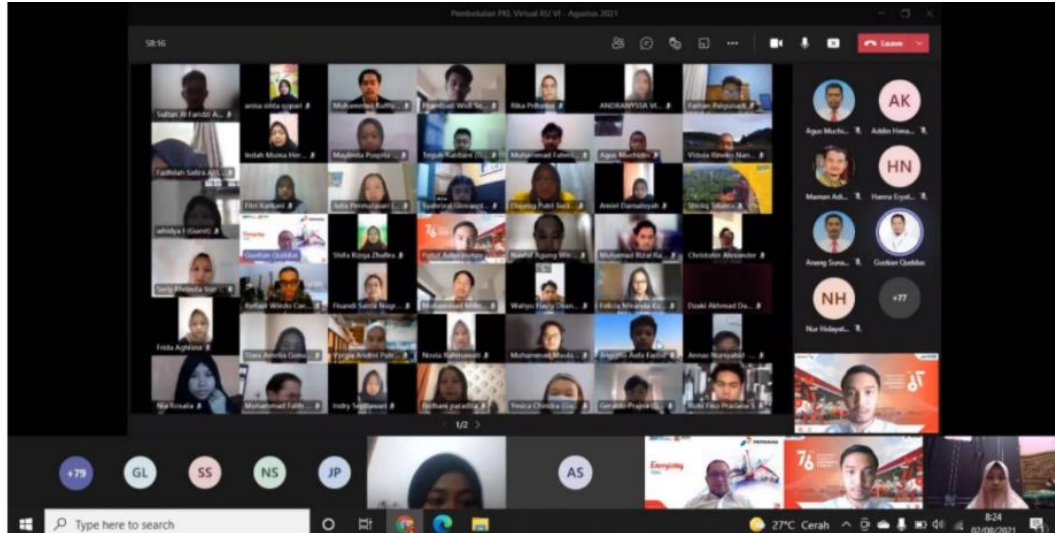
Laporan harus sudah dikumpul :

No	Tanggal	Kegiatan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	02/08/2021	Konfirmasi adanya pembekalan virtual	
2.	03/08/2021	Progres kegiatan kerja praktik minggu pertama	
3.	23/08/2021	Progres kegiatan kerja praktik minggu keempat yaitu penyusunan laporan khusus	
4.	31/08/2021	Pengumpulan laporan	

Gresik, 31 Agustus 2021
Dosen Pembimbing Magang
(Fandi Angga Prasetya, S.Si., M.Si.)
NIP. 9106229**Catatan :**

Harap dosen menentukan sistem asistensi dengan mahasiswa, apabila proses asistensi atau pengumpulan laporan magang melewati batas waktu, maka mahasiswa dinyatakan tidak lulus magang.

5. Lembar Dokumentasi Magang




Recording has started. This meeting is being recorded. By joining, you are giving consent for this meeting to be recorded. [Privacy policy](#) Dismiss

RU VI Balangan Profile


📌 RU VI was built in 1993 and started up in August 1994 to process domestic crude Duri & Minas
📍 Location : Jl. Raya Balangan Km.9, Indramayu, Jawa Barat.
📌 Processing crude oil (crude oil) into products of fuel (fuel oil), non-fuel, and petrochemical with a capacity of 125,000 BBL per stream day.
📌 Important Role: Maintaining the security of fuel supply which affects the economic activities of Jakarta, West Java and others

Nelson Complexity Indeks Indonesia's Refineries




Refinery	Nelson Complexity Indeks
RU VI	11.7
RU II	3.8
RU III	6.3
RU IV	3.1
RU V	6

Product RU VI



Product	Percentage
Diesel	20%
Gasoline	57%
Other	17%

Product Distribution RU VI



Region	Percentage
DKI Jakarta & sekitarnya	21.5%
Jawa Barat	61.9%
Other	16.6%

+80
SS
NS
JP
HN
GQ
SH

PA
AS

Type here to search | 29°C Cerah | 8:45 02/08/2021