

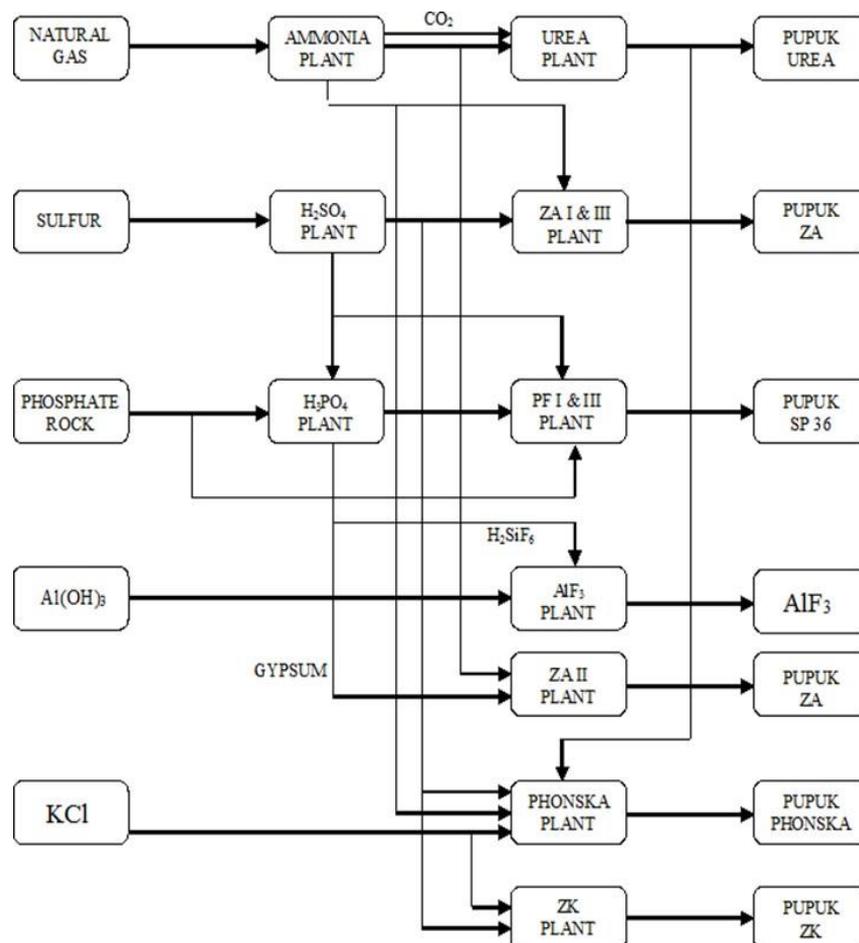
Gambar 1. 8 Struktur Organisasi Departemen Proses dan Pengendalian Kualitas
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

II.1.1 Unit Produksi

PT Petrokimia Gresik merupakan pabrik pupuk terlengkap di Indonesia yang mampu menghasilkan produk pupuk dan prosuk non pupuk serta bahan kimia lainnya. Secara umum, PT Petrokimia Gresik dibagi menjadi 3 unit produksi, yaitu unit produksi I A dan I B, unit produksi II A dan II B serta unit produksi III A dan III B.



Gambar 2.1 Alur Proses Produksi PT Petrokimia Gresik

II.1.1.1 Unit Produksi I

Unit produksi I merupakan unit yang menghasilkan pupuk berbasis Nitrogen dan produk samping sebagai bahan baku untuk produk lain. Unit produk I membawahi Departemen produksi I terdiri dari pabrik Amoniak, pabrik Urea, pabrik ZA I dan pabrik ZA III.

1. Pabrik Amonia
Tahun berdiri 1994
Kapasitas produksi : 445.000 ton/tahun
Bahan baku : Gas alam dan nitrogen yang diambil dari udara
2. Pabrik Urea
Tahun berdiri 1994
Kapasitas produksi : 460.000 ton/tahun
Bahan baku : Amoniak cair dan gas karbon dioksida
3. Pabrik ZA I
Tahun berdiri 1972
Kapasitas produksi : 200.000 ton/tahun
Bahan baku : Gas amoniak dan asam sulfat
4. Pabrik ZA III
Tahun berdiri 1986
Kapasitas Produksi : 200.000 ton/tahun
Bahan baku : Gas amoniak dan asam sulfat

Unit Produksi I, juga menghasilkan produk samping non pupuk, antara lain :

1. CO₂ cair dengan kapasitas 10.000 ton/tahun
2. CO₂ padat (*Dry Ice*) dengan kapasitas 4.000 ton/tahun
3. Gas Nitrogen dengan kapasitas 500.000 ton/tahun
4. Nitrogen cair dengan kapasitas 250.000 ton/tahun



Memupuk Kesuburan, Menebar Kemakmuran

**PETROKIMIA
GRESIK**

**LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEPARTEMEN PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS**

5. Gas Oksigen dengan kapasitas 600.000 ton/tahun

6. Oksigen cair dengan kapasitas 3.300 ton/tahun

II.1.1.2 Unit Produksi II (Pabrik Pupuk Fosfat)

A. Pabrik Pupuk Fosfat

1. Pabrik Pupuk Fosfat I

Tahun berdiri 1979

Kapasitas produksi : 500.000 ton/tahun

Bahan baku : Fosfat rock

2. Pabrik Pupuk Fosfat II

Tahun berdiri 1983

Kapasitas produksi : 500.000 ton/tahun

Bahan baku : Fosfat rock

B. Pabrik Phonska

1. Pabrik Pupuk PHONSKA I

Kapasitas : 450.000 ton/tahun

Tahun operasi 2000

Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat, Belerang dan filler

2. Pabrik Pupuk PHONSKA II

Kapasitas : 600.000 ton/tahun

Tahun operasi 2005

Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat, Belerang dan filler

3. Pabrik Pupuk PHONSKA III

Kapasitas : 600.000 ton/tahun

Tahun operasi 2009

Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat, Belerang dan filler



Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Memupuk Kesuburan, Menebar Kemakmuran

**PETROKIMIA
GRESIK**

**LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEPARTEMEN PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS**

4. Pabrik Pupuk PHONSKA IV

Kapasitas : 60.000 ton/tahun

Tahun operasi 2011

Bahan baku : Amoniak, Asam Fosfat, Asam Sulfat, Belerang dan filler

C. Pabrik Pupuk NPK

1. Pabrik Pupuk NPK I

Tahun 2005

Kapasitas : 70.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

2. Pabrik Pupuk NPK II

Tahun 2008

Kapasitas : 100.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

3. Pabrik Pupuk NPK III

Tahun 2009

Kapasitas : 100.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

4. Pabrik Pupuk NPK IV

Tahun 2009

Kapasitas : 100.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

5. Pabrik Pupuk NPK Blending

Tahun 2003

Kapasitas : 60.000 ton/tahun

Bahan baku : DAP, Urea, ZA, KCl dan filler

D. Pabrik Pupuk K_2SO_4 atau ZK

Tahun 2005



Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Kapasitas : 10.000 ton/tahun

Bahan baku : H_2SO_4 dan KCl

II.1.1.3 Unit Produksi III

II.I.I.3.1 Departemen Produksi III A

Departemen Produksi III A merupakan unit penghasil produk utama berupa Asam yang digunakan sebagai bahan baku produksi di Pabrik I dan II, sering disebut dengan istilah pabrik Asam Fosfat. Pabrik tersebut terdiri dari pabrik Asam Fosfat, pabrik Asam Sulfat dan pabrik ZA II

1. Pabrik Asam Fosfat (H_3PO_4)

Tahun berdiri 1985

Kapasitas produksi : 200.000 ton/tahun

Bahan baku : *Phosphate Rock*

2. Pabrik Asam Sulfat II

Tahun berdiri 1985

Kapasitas produksi : 550.000 ton/tahun

Bahan baku : Belerang, H_2O

3. Pabrik ZA II

Tahun berdiri 1985

Kapasitas produksi : 250.000 ton/tahun

Bahan baku : Amoniak, Asam fosfat, dan CO_2

II.I.I.3.2 Departemen Produksi III B

Merupakan perluasan dari Departemen Produksi III B yang memproduksi asam fosfat, asam sulfat dan purified gypsum.

1. Pabrik Asam Fosfat (PA Plant)

Kapasitas Produksi : 650 T/hari (100% P_2O_5)

Konfigurasi Proses : HDH (Hemi-dihydrate)

2. Pabrik Asam Sulfat (SA Plant)

Kapasitas Produksi : 1850 T/hari (100% H_2SO_4)

Konfigurasi Proses : Double Contact Double Absorber

3. Pabrik Purified Gypsum (GP Plant)

Kapasitas Produksi : 2000 T/hari

Konfigurasi Proses : Purifikasi

II.2 Uraian Tugas Khusus

II.2.1 Judul Tugas Khusus

“ Performance Cooling Water Heat Exchanger Pabrik Urea I Agustus 2020“

II.2.2 Latar Belakang

Dalam melaksanakan Praktek Kerja Lapangan di PT. Petrokimia Gresik Departemen Proses dan Pengendalian Kualitas Pabrik Amoniak dan Urea, kami mendapatkan tugas khusus untuk menganalisa Performance Cooling Water Heat Exchanger di Pabrik Urea Bulan Agustus 2020. Hal ini berkaitan dengan Departemen Proses dan Pengendalian Kualitas dimana departemen ini merupakan unit kerja supporting produksi berupa kontrol kualitas dan rekomendasi perbaikan untuk efisiensi dan efektifitas di Pabrik. Fokus dari Praktek Kerja Lapangan ini berada di Pabrik Amonia-Urea. Performance Cooling Water Heat Exchanger dilakukan dengan melihat perbandingan rasio Heat Exchange (Q) dan rasio flow rate setelah dilakukan TA (Turn Around). Data-data pengukuran yang dibutuhkan adalah diameter, temperatur aktual yang terdiri dari inside dan outside, temperatur desain yang terdiri dari inside dan outside serta flow rate aktual dan desain. Perhitungan persen rasio Heat Exchange dan rasio flow rate untuk mengetahui bagaimana kondisi performa apakah baik ataupun kurang baik. *Heat Exchanger* adalah alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengubah temperatur dan fasa suatu jenis fluida. Proses tersebut terjadi dengan memanfaatkan proses perpindahan kalor dari fluida bersuhu tinggi menuju fluida bersuhu rendah.

II.2.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas khusus ini adalah :

1. Menganalisa performance dari Cooling Water Heat Exchanger di Pabrik Urea pada bulan Agustus 2020.
2. Mengetahui besarnya nilai Heat exchange (Q) dan flow rate serta rasionya pada Cooling Water Heat Exchanger.
3. Membandingkan hasil perhitungan rasio Q dan flow rate pada bulan Maret dan Juli pada bulan Agustus untuk mengetahui kinerja atau performa alat Heat Exchanger.

II.2.4 Manfaat

Dari analisa kuantitatif terhadap Cooling Water Heat Exchanger pada Pabrik Urea, diharapkan dapat diketahuiperforma dari alat Heat Exchanger tersebut dan dapat dijadikan referensi untuk mengoptimalkan operasi pada Heat Exchanger.

II.2.5 Perumusan Masalah

Heat Exchanger yang terdapat pada pabrik Urea PT. Petrokimia Gresik merupakan salah satu komponen penting dalam proses karena berfungsi sebagai alat yang mengubah temperatur dan fasa suatu jenis fluida. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa performance dari alat Heat Exchanger untuk mengetahui kinerja dari alat tersebut.

II.2.6 Tinjauan Pustaka

II.2.6.1 Pengertian Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan ilmu untuk meramalkan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material J.P Holman (1994). Dalam proses perpindahan energi tersebut tentu ada kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Maka ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai suatu proses berpindahnya suatu

energi (kalor) dari satu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan temperatur pada daerah tersebut.

Proses Perpindahan panas adalah ilmu yang berupaya untuk memprediksi perpindahan energi yang mungkin terjadi antara material sebagai akibat dari adanya perbedaan temperatur. Sesuai dengan hukum termodinamika ke-2 (dua), aliran energi panas akan selalu mengalir ke bagian yang memiliki temperatur lebih rendah.

II.2.6.2 Macam-macam Perpindahan Panas

Proses perpindahan panas yang terjadi di dalam proses-proses kimia dapat berlangsung dengan tiga cara yaitu :

a. Perpindahan Panas Secara Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum. Perpindahan Panas secara Konveksi

b. Perpindahan Panas Secara Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas karena adanya gerakan/aliran/pencampuran dari bagian panas ke bagian yang dingin. Contohnya adalah kehilangan panas dari radiator mobil, pendinginan dari secangkir kopi dll. Menurut cara menggerakkan alirannya, perpindahan panas konveksi diklasifikasikan menjadi dua (2), yakni konveksi bebas (*free convection*) dan konveksi paksa (*forced convection*), yaitu :

1. Konveksi bebas (*natural convection*)

Proses perpindahan panas yang terjadi apabila gerakan fluida disebabkan karena adanya perbedaan kerapatan karena perbedaan suhu.

2. Konveksi paksa (*forced convection*)

Proses perpindahan panas yang terjadi apabila gerakan fluida disebabkan oleh gaya pemaksa / eksitasi dari luar, misalkan dengan pompa atau kipas yang menggerakkan fluida sehingga fluida mengalir di atas permukaan.

c. Perpindahan Panas secara Radiasi

Radiasi adalah proses di mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah di dalam ruang, bahkan jika terdapat ruang hampa di antara benda - benda tersebut.

Energi radiasi dikeluarkan oleh benda karena temperatur, yang dipindahkan melalui ruang antara, dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Bila energi radiasi menimpah suatu bahan, maka sebagian radiasi dipantulkan, sebagian diserap dan sebagian diteruskan.

II.2.6.3 Pengertian Heat Exchanger

Heat exchanger adalah suatu alat yang dimana terjadi aliran perpindahan panas diantara dua fluida atau lebih pada temperatur yang berbeda, dimana fluida tersebut keduanya mengalir didalam sistem. Di dalam heat exchanger tersebut, kedua fluida yang mengalir terpisah satu sama lain, biasanya oleh pipa silindris. Fluida dengan temperatur yang lebih tinggi akan mengalirkan panas ke fluida yang bertemperatur lebih rendah.

Alat penukar panas (heat exchanger) adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas antara dua buah fluida atau lebih yang memiliki perbedaan temperature yaitu fluida yang bertemperatur tinggi ke fluida yang bertemperatur rendah Tunggal Sitompul (1993). Perpindahan panas tersebut baik secara langsung maupun secara tidak langsung.Pada kebanyakan sistem kedua fluida ini tidak mengalami kontak langsung. Kontak langsung alat penukar kalor terjadi sebagai contoh pada gas kalor yang terfluidisasi dalam cairan dingin untuk meningkatkan temperatur cairan atau mendinginkan air panas.

II.2.6.4 Klasifikasi Heat Exchanger



Heat Exchanger dapat diklasifikasikan berdasarkan bermacam-macam pertimbangan yaitu :

1. Klasifikasi berdasarkan proses perpindahan panas

a. kontak tidak langsung

- 1) Tipe dari satu fase
- 2) Tipe dari banyak fase
- 3) Tipe yang ditimbun (storage type)
- 4) Tipe fluidized bed

b. Tipe kontak langsung

- 1) Immiscible fluids
- 2) Gas liquid
- 3) Liquid vapor

2. Klasifikasi berdasarkan jumlah fluida yang mengalir

- a. Dua jenis
- b. Tiga jenis fluida
- c. N- Jenis fluida (N lebih dari tiga)

3. Klasifikasi berdasarkan kompaknya permukaan

- a. Tipe penukar kalor yang kompak, Density luas permukaan $> 700 \text{ m}^2$
- b. Tipe penukar kalor yang tidak kompak, Density luas permukaan $< 700 \text{ m}^2$

4. Klasifikasi berdasarkan mekanisme perpindahan panas

- a) Dengan cara konveksi, satu fase pada kedua sisi alirannya
- b) Dengan cara konveksi pada satu sisi aliran dan pada sisi yang lainnya terdapat cara konveksi 2 aliran



- c) Dengan cara konveksi pada kedua sisi alirannya serta terdapat 2 pass aliran masing-masing
- d) Kombinasi cara konveksi dan radiasi

5. Klasifikasi berdasarkan konstruksi

- a) Konstruksi tubular (shell and tube)
 - 1. Tube ganda (double tube)
 - 2. Konstruksi shell and tube
 - a. Sekat plat (plate baffle)
 - b. Sekat batang (rod baffle)
 - c. Konstruksi tube spiral
- b) Konstruksi tipe pelat
 - 1) Tipe pelat
 - 2) Tipe spiral
 - 3) Tipe lamella
 - 4) Tipe pelat koil
- c) Konstruksi dengan luas permukaan diperluas (extended surface)
 - 1) Sirip pelat (plate fin)
 - 2) Sirip tube (tube fin)
 - a. Heat pipe wall
 - b. Ordinary separating wall
- d) Regenerative
 - 1) Tiperotary
 - 2) Tipe drum
 - 3) Tipedisk (piringan)



4) Tipe matrik tetap

6. Klasifikasi berdasarkan pengaturan aliran

a) Aliran dengan satu pass

- 1) Aliran berlawanan
- 2) Aliran melintang
- 3) Aliran yang dibagi (divided)
- 4) Aliran parallel
- 5) Aliran split

b) Aliran multi pass

- 1) Permukaan yang diperbesar (extended surface)
- 2) Aliran counter menyilang
- 3) Aliran paralel menyilang
- 4) Aliran compound

c) Shell and tube

- 1) Aliran paralel yang berlawanan (M pass pada shell dan N pass pada tube)
- 2) Aliran split
- 3) Aliran dibagi (devided)
- 4) Multipass plat
- 5) N- paralel plat multipass

II.2.6.5 Komponen-komponen Utama Shell and Tube Heat Exchanger

1. Shell

Konstruksi Shell sangat ditentukan oleh kapasitas dan keadaan Tube yang akan ditempatkan didalamnya. Shell ini dapat di buat dari pipa yang



berukuran besar atau pelat baja yang di rol. Shell merupakan badan dari alat penukar kalor dimana terdapat Tube bundle J.P Holman (1994). Untuk temperature kerja yang tinggi kadang-kadang Shell dibagi dua sambungan dengan sambungan ekspansi.

2. *Tube*

Tube merupakan bidang pemisah antara dua fluida yang mengalir, dan sekaligus sebagai bidang perpindahan panas J.P Holman (1994). Pada umumnya flou fluida yang mengalir didalam Tube lebih kecil dibandingkan dengan flou fluida yang mengalir di dalam Shell. ketebalan dan material Tube harus di pilih berdasarkan tekanan operasi dan jenis fluidanya. Agar tidak mudah bocor dan korosi akibat aliran fluida yang mengalir di dalam Tube.

3. *Baffle*

Baffle atau sekat-sekat yang dipasang pada alat penukar kalor mempunyai beberapa fungsi, yaitu :

- a. Struktur untuk menahan tube bundle
- b. Damper untuk menahan atau mencegah terjadinya getaran pada
- c. Sebagai alat untuk mengontrol dan mengarahkan aliran fluida yang mengalir di luar tube (shell side)

Ditinjau dari segi konstruksi, sekat itu dapat diklasifikasikan dalam 4 kelompok yaitu :

- a. Sekat pelat berbentuk segment (segmental baffle palate)
- b. Sekat batang (rod baffle)
- c. Sekat mendatar atau longitudinal baffle d. Sekat impingement (impingement baffle)



II.2.6.6 Jenis-jenis Alat Penukar Panas

Berdasarkan jenis penggunaannya alat penukar panas dapat dikategorikan sebagai berikut :

1. Condensor

Alat penukar kalor ini digunakan untuk mendinginkan uap atau campuran uap, sehingga berubah fasa menjadi cairan. Media pendingin yang dipakai biasanya air atau udara. Uap atau campuran uap akan melepaskan panas atent kepada pendingin, misalnya pada pembangkit listrik tenaga uap yang mempergunakan condensing turbin, maka uap bekas dari turbin akan dimasukkan kedalam kondensor, lalu diembunkan menjadi kondensat.

2. Reboiler

alat penukar kalor ini berfungsi mendidihkan kembali (reboil) serta menguapkan sebagian cairan yang diproses. Adapun media pemanas yang sering digunakan adalah uap atau zat panas yang sedang diproses itu sendiri. Hal ini dapat dilihat pada penyulingan minyak pada gambar 2.2, diperlihatkan sebuah reboiler dengan mempergunakan minyak (665 0F) sebagai media penguap, minyak tersebut akan keluar dari boiler dan mengalir didalam tube.

3. Chiller

Alat penukar kalor ini digunakan untuk mendinginkan fluida sampai pada temperature yang rendah. Temperature fluida hasil pendinginan didalam chiller yang lebih rendah bila dibandingkan dengan fluida pendinginan yang dilakukan dengan pendingin air. Untuk chiller ini media pendingin biasanya digunakan amoniak atau Freon.

4. *Evaporator*

alat penukar kalor ini digunakan untuk penguapan cairan menjadi uap. Dimana pada alat ini menjadi proses evaporasi (penguapan) suatu zat dari fasa cair menjadi uap. Yang dimanfaatkan alat ini adalah panas latent dan zat yang digunakan adalah air atau refrigerant cair.

5. *Heat Exchanger*

Alat penukar kalor ini bertujuan untuk memanfaatkan panas suatu aliran fluida yang lain. Maka akan terjadi dua fungsi sekaligus, yaitu:

- 1) Memanaskan fluida
- 2) Mendinginkan fluida yang panas

II.2.6.7 Cooling Water

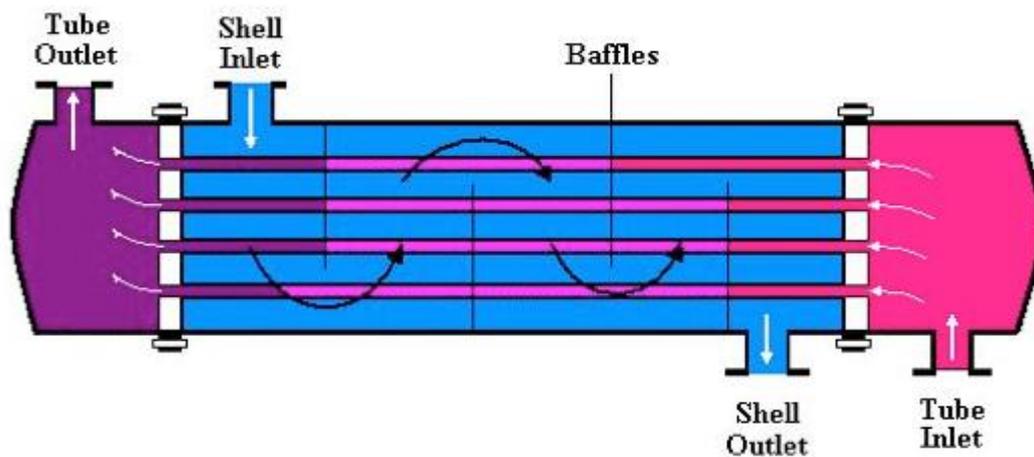
Air pendingin (*cooling water*) adalah air yang mengeluarkan panas dari mesin atau suatu sistem.

II.2.6.8 Sistem Cooling Water

Sistem cooling water adalah sebuah sistem yang mampu mengontrol suhu dan tekanan dengan cara mentransfer panas (heat) fluida panas dari proses produksi kedalam cooling water, pada proses ini cooling water akan menerima panas dan perlu didinginkan kembali atau diganti dengan air baru dari make-up water. Total nilai pada proses produksi akan tergantung dari seberapa kemampuan sistem cooling water dalam mempertahankan suhu dan tekanan proses yang ditetapkan. Efisiensi dan efektifitas design sistem cooling water sangat tergantung terhadap tipe proses produksi yang akan didinginkan, kualitas air, dan lingkungannya.

Proses pendinginan oleh cooling water melibatkan transfer panas dari satu media ke media lainnya. Media yang kehilangan panas disebut cooled (yang didinginkan) dan media yang menerima panas disebut coolant (yang mendinginkan).

Sistem cooling water menggunakan air sebagai coolant. Gambar dibawah menggambarkan prinsip perpindahan panas (heat transfer), dimana warna merah menunjukan coolant dan warna biru adalah cooled.



Gambar 2.2. Prinsip Perpindahan Panas (*Heat Transfer*)

II.2.6.9 Parameter-parameter Kualitas Cooling Water

Beberapa parameter yang perlu diperhatikan sehubungan dengan kualitas cooling water agar sistem dapat bekerja dengan baik karena dapat menyebabkan beberapa masalah yaitu pengkaratan (corrosion), pengkerakan (scaling), pencemaran (fouling), dan kontaminasi mikroba, adalah sebagai berikut:

1. **Konduktivitas (Conductivity)**, nilai konduktivitas pada sistem cooling water sangat tergantung dengan design, kualitas air baku, dan tipe penggunaan bahan kimia.
2. **pH**, kontrol pH sangatlah penting karena terjadinya korosi akan meningkat, jika pH dibawah nilai yang direkomendasikan. Efektifitas senyawa kimia biocide tergantung pH karena pertumbuhan mikroba sangat bergantung pada perubahan pH.
3. **Alkalinitas (Alkalinity)**, pH dan alkalinitas sangat berhubungan erat karena meningkatnya pH mengindikasikan meningkatnya alkalinitas begitupun sebaliknya. Seperti halnya pH, jika alkalinitas dibawah nilai yang



Memupuk Kesuburan, Menebar Kemakmuran

**PETROKIMIA
GRESIK**

**LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEPARTEMEN PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS**

direkomendasikan maka terjadinya korosi semakin tinggi dan jika alkalinitas diatas nilai yang direkomendasikan maka peluang terjadi scaling sangat tinggi. Alkalinitasnya juga dapat mempengaruhi terjadinya fouling.

4. **Kesadahan (Hardness)**, tingkat kesadahan umumnya berhubungan dengan peluang terbentuknya kerak (scaling). Penggunaan bahan kimia anti-scaling biasanya direkomendasikan untuk mencegah terjadinya pengkerakan sehingga tingkat kesadahan masuk ke batasan yang ditetapkan. Untuk pengontrolan korosi, perlu diperhatikan tingkat kesadahannya karena dapat sebagai inhibitor korosi, dengan demikian penting diperhatikan penentuan yang tepat agar tidak terlalu rendah kesadahannya.

II.2.6.10 Tipe Sistem Cooling Water

Terdapat beberapa tipe sistem cooling water yang banyak digunakan oleh industri, berikut penjelasannya secara singkat:

1. *Open recirculating systems*

Sistem ini yang paling banyak digunakan diindustri saat ini. Pada sistem ini terdiri atas pompa, heat-exchanger (HE), dan cooling tower. Pompa akan menjaga air diresirkulasi (dikembalikan lagi) melalui heat-exchanger. Panas akan ditransfer ke cooling water dan selanjutnya akan mengalir kembali ke cooling tower dan panas dibuang melalui proses evaporasi (penguapan), karena terjadi proses evaporasi dalam kondisi sistem terbuka sehingga disebut “open recirculating systems”. Proses evaporasi akan menyebabkan zat terlarut dalam cooling water akan semakin pekat sehingga dapat terjadi scaling atau fouling. Bentuk sistem ini berbentuk menara pagoda agar proses evaporasi terjadi secara baik, sehingga disebut “cooling tower”.

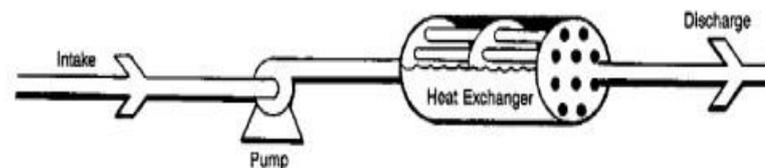


**Program Studi S-1 Teknik Kimia
Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur**



2. *Once-through systems*

Pada sistem ini, cooling water akan melewati heat-exchanger sekali sehingga konsentrasi zat terlarut dalam cooling water tidak berubah, akan tetapi dibutuhkan volume cooling water yang banyak karena tidak ada sistem resirkulasi, sehingga air laut sebagai sumber air sering kali digunakan. Perubahan suhu akibat cuaca sering kali menjadi masalah terhadap sumber air pada operasionalnya, selain itu polusi suhu akibat dari buangan cooling water ke sungai atau danau akan menjadi masalah lingkungan.



Common Problems:
Corrosion
Fouling
Scale
Microbiological Contamination

Examples:
Potable Water Systems
Process Water
General Service

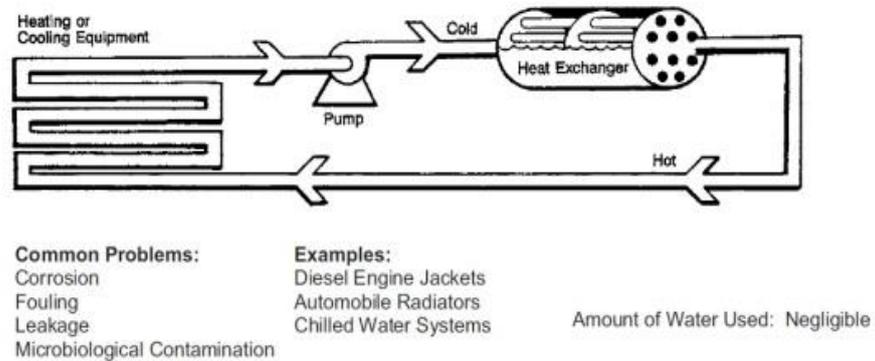
Amount of Water Used: Extremely Large

Gambar 2.3 Prinsip Sistem *Once-through systems*

3. *Closed recirculating systems*

Pada sistem ini konsentrasi zat terlarut pada cooling water tidak berubah dan kehilangan cooling water atau bahan kimia pengontrol sangatlah kecil sebab tidak terjadi evaporasi. Air DI dan penambahan dosis bahan kimia pengontrol dapat digunakan tanpa adanya penambahan biaya, karena sistem tertutup dan kehilangan air diminimalisir resirkulasi.





Gambar 2.4 Prinsip Sistem *Closed recirculating systems*

II.2.6.11 Syarat –syarat Media Pendingin

Syarat – syarat air yang digunakan sebagai media pendingin antara lain :

1. Jernih, maksudnya air harus bersih, tidak terdapat partikel-partikel kasar yaitu batu, kerikil atau partikel-partikel halus seperti pasir, tanah dan lumut yang dapat menyebabkan air kotor.
2. Tidak menyebabkan korosi.
3. Tidak menyebabkan fouling, fouling disebabkan oleh kotoran yang terikut saat air masuk unit pengolahan air seperti pasir, mikroba dan zat-zat organik.
4. Tidak mengandung bahan – bahan anorganik yang dapat mengganggu proses pertukaran panas pada sistem pendingin maupun merubah komposisi air karena bereaksi akibat perubahan suhu air.

II.2.7 Pembahasan

Untuk melakukan perhitungan Q Heat Exchange, dibutuhkan data-data pengukuran seperti diameter, temperature aktual yang terdiri dari temperature inside dan outside, temperature desain yang terdiri dari temperature inside dan outside dan flow rate atau laju alir aktual dan desain dari alat Heat Exchanger.

Berikut adalah tabel pengukuran Heat Exchanger di Pabrik Urea :

Tabel 2.1 Tabel Pengukuran Heat Exchanger di Pabrik Urea

No	Item	Diameter	Temperature, °C				Flow, m ³ /jam	
			Actual		Desain		Actual	Desain
			In	Out	In	Out		
1	EA-104	20	38.3	42.1	38	42	3547	3010
2	EA-105	6						
3	EA-106	3	38.9	47.4			20	
4	EA-111	10	32.3	41.3	32	39	190	213
5	EA-112	10	32	38.7	32	39	258	287
6	EA-113	10	38	43.9	39	45	421	324
7	EA-401 A	8	37	41.2	38	50	371	289.8
8	EA-401 B	12	37.8	45.3	38	50	476	481
9	EA-402	20	32.1	37.8	32	38	1235	1353
10	EA-501	24	32.2	36.7	32	38	2377	2345
11	EA-502	3	32.2	34.5	32	37	47	31
12	EA-503	12	32.3	40.6	32	37	390	560
13	EA-506	8	32.1	34.2	32	38	324	264.7
14	EA-121	2	32.2	36	37	40	62	75
15	EA-507 A	4	32.4	36.6			16	
16	EA-801	6	32.1	34.8	32	42	173	62
17	EA-802	8						
18	CW Header	28	32.2	38.1			3066	
19	DA-451	10	32	40.1	32	38	143	300
20	GB-101 gland	3	32.5	50.9			11	

II.2.7.1 Perhitungan

Rumus kalor

$$Q = W \times C_p \times (T_1 - T_2) = w \times c_p \times (t_2 - t_1) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$$Q = \text{Kalor (Btu/hr)} / (\text{Gcal/hr})$$



W = laju alir fluida panas (lb/hr) / (m^3 /hr)

w = laju alir fluida dingin (lb/hr)/ (m^3 /hr)

C_p = Kapasitas panas fluida panas (Btu/lb $^{\circ}$ F)/ (Gcal/ m^3 $^{\circ}$ C)

c_p = Kapasitas panas fluida dingin (Btu/lb $^{\circ}$ F)/ (Gcal/ m^3 $^{\circ}$ C)

T_1 = Temperatur fluida panas masuk ($^{\circ}$ F)/ ($^{\circ}$ C)

T_2 = Temperatur fluida panas keluar ($^{\circ}$ F)/ ($^{\circ}$ C)

t_1 = Temperatur fluida dingin masuk ($^{\circ}$ F)/ ($^{\circ}$ C)

t_2 = Temperatur fluida dingin keluar ($^{\circ}$ F)/ ($^{\circ}$ C)

(Kern, 1965)

Tabel 2.2 Tabel Perhitungan Q dan Rasio Q Heat Exchanger
di Pabrik Urea Bulan Agustus 2020

No	Item	Heat Exchange (Q), Gcal/hr			Rasio Q	
		Design	Mar-20	Juli-20	(3)/(1)	(3)/(2)
		(1)	(2)	(3)		
1	EA-104	12.04	9.06	13.48	112%	149%
2	EA-105					
3	EA-106		0.05	0.17		329%
4	EA-111	1.49	1.22	1.71	115%	140%
5	EA-112	2.01	1.05	1.73	86%	165%
6	EA-113	1.94	1.76	2.48	128%	141%
7	EA-401 A	3.48	0.47	1.56	45%	330%
8	EA-401 B	5.77	0.95	3.57	62%	376%
9	EA-402	8.12	5.66	7.04	87%	124%
10	EA-501	14.07	10.66	10.70	76%	100%
11	EA-502	0.16	0.11	0.11	70%	100%
12	EA-503	2.80	1.99	3.24	116%	163%
13	EA-506	1.59	0.57	0.68	43%	118%
14	EA-121	0.23	0.22	0.24	104.7%	109%
15	EA-507 A	0.00	0.10	0.07		67%
16	EA-801	0.62	0.27	0.47	75%	173%
17	EA-802					
18	CW Header	0.00	16.89	18.09		107%
19	DA-451	1.80	1.03	1.16	64%	113%
20	GB-101 gland	0.00	0.20	0.20		99%

Keterangan :





- Duty > 95% = Baik
- 80% - 95% = Cukup Baik
- < 80% = Kurang Baik

Tabel 2.3 Tabel Perhitungan Flow Rate dan Rasio Flow Rate
Heat Exchanger di Pabrik Urea Bulan Agustus 2020

No	Item	Flow Cooling Water, m ³ /hr			Rasio Flow	
		Design	Mar-20	Juli-20	(6)/(4)	(6)/(5)
		(4)	(5)	(6)		
1	EA-104	3010	3020	3547	118%	117%
2	EA-105					
3	EA-106		6	20		333%
4	EA-111	213	130	190	89%	146%
5	EA-112	287	69	258	90%	374%
6	EA-113	324	160	421	130%	263%
7	EA-401 A	289.8	295	371	128%	126%
8	EA-401 B	481	190	476	99%	251%
9	EA-402	1353	1415	1235	91%	87%
10	EA-501	2345	2132	2377	101%	111%
11	EA-502	31	36	47	152%	131%
12	EA-503	560	332	390	70%	117%
13	EA-506	264.7	383	324	122%	85%
14	EA-121	75	54	62	83%	115%
15	EA-507 A	0	20	16		80%
16	EA-801	62	90	173	279%	192%
17	EA-802					
18	CW Header		3446	3066		107%
19	DA-451	300	143	143	48%	75%
20	GB-101 gland		11	11		22%

Keterangan :

- Duty > 95% = Baik
- 80% - 95% = Cukup Baik
- < 80% = Kurang Baik





Berikut hasil pemantauan performance Heat Exchanger (HE) dengan media Cooling Water (CW) di Pabrik Urea I pada bulan Agustus 2020.

1. Cooling Water

Rasio flow cooling water di Pabrik Urea (flow CW pada masing-masing HE) pada bulan Agustus 2020 dengan rate FE 98.5% rata-rata 114% dibandingkan design, dan 146% dibandingkan pengukuran Maret 2020 dengan rate 82%. Temperature CW header Agustus 2020 32.2^oC sedikit lebih tinggi dibandingkan pengukuran Maret 2020 sebesar 32^oC.

2. Performance Heat Exchanger

Hasil perhitungan heat exchanged (Q) pada Agustus 2020 rata-rata 84% dibandingkan design dan 165% dibandingkan pengukuran Maret 2020.

a. CO₂ Compressor Intercooler EA-111

Heat exchanged untuk EA-111 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 115% dan 140%. Rasio flow EA-111 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 89% dan 146%. Performa intercooler **baik** setelah dilakukan chemical cleaning oleh Nalco pada TA Juli 2020 dimana terjadi peningkatan heat exchanged pada EA-111 dibandingkan sebelum TA (Maret 2020), selain itu dibandingkan dengan design heat exchanged juga lebih tinggi.

b. CO₂ Compressor Intercooler EA-112

Heat exchanged untuk EA-112 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 86% dan 165%. Rasio flow EA-112 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 90% dan 374%. Performa intercooler **cukup baik** setelah dilakukan chemical cleaning oleh Nalco pada TA Juli 2020 dimana terjadi peningkatan heat exchanged pada EA-112 dibandingkan sebelum TA (Maret 2020), akan tetapi dibandingkan design heat exchanged masih lebih rendah.





c. CO₂ Compressor Intercooler EA-113

Heat exchanged untuk EA-113 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 128% dan 141%. Rasio flow EA-113 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 130% dan 263%. Performa intercooler **baik** setelah dilakukan chemical cleaning oleh Nalco pada TA Juli 2020 dimana terjadi peningkatan heat exchanged pada EA-113 dibandingkan sebelum TA (Maret 2020) dan design

d. HP Absorber EA-401 A/B

Heat exchanged HP Absorber EA-401A/B dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 45/62% dan 330/376%. Rasio flow CW dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 128/99% dan 126/251%. Performa HP/LP Absorber **kurang baik** setelah dilakukan mechanical cleaning oleh Borneo pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged masih dibawah design akan tetapi jika dibandingkan dengan sebelum TA (Maret 2020) terjadi peningkatan heat exchanged yang signifikan.

e. LP Absorber EA-402

Heat exchanged LP Absorber EA-402 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 87% dan 124%. Rasio flow CW dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 91% dan 87%. Performa LP Absorber **cukup baik** setelah dilakukan mechanical cleaning oleh Borneo pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged masih dibawah design akan tetapi jika dibandingkan dengan sebelum TA (Maret 2020) terjadi peningkatan heat exchanged yang signifikan.





Memupuk Kesuburan, Menebar Kemakmuran

PETROKIMIA
GRESIK

LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEPARTEMEN PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS

f. Surface Condenser EA-501

Heat exchanged EA-501 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 76% dan 100%. Flow CW dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 101% dan 111%. Performa EA-501 **kurang baik** setelah dilakukan mechanical cleaning oleh Borneo pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged masih dibawah design. Selain itu jika dibandingkan dengan sebelum TA (Maret 2020) tidak terjadi peningkatan heat exchanged. Hal ini disebabkan pada saat pengecekan hasil mechanical cleaning menggunakan boroscope masih banyak ditemukan mineral scalling pada dinding tube yang mengakibatkan menurunnya heat transfer efficiency pada EA-501.



Sebelum



Sesudah

g. Surface Condenser EA-502

Heat exchanged EA-502 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 70% dan 100%. Flow CW dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 152% dan 131%. Performa EA-502 **kurang baik** setelah dilakukan mechanical cleaning oleh Borneo pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged masih dibawah design. Selain itu jika dibandingkan dengan sebelum TA (Maret 2020) tidak terjadi perubahan heat exchanged. Hal ini disebabkan pada saat pengecekan hasil mechanical cleaning menggunakan boroscope masih banyak ditemukan scalling pada dinding tube yang mengakibatkan





Memupuk Kesuburan, Menebar Kemakmuran

PETROKIMIA
GRESIK

LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEPARTEMEN PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS

berkurangnya proses perpindahan panas sesuai dengan gambar dibawah ini.

Sebelum



Sesudah



h. Surface Condenser EA-503

Heat exchanged EA-503 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 116% dan 163%. Flow CW dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 70% dan 117%. Performa EA-503 **baik** setelah dilakukan mechanical cleaning oleh Borneo pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged sudah berada diatas design. Selain itu jika dibandingkan dengan sebelum TA (Maret 2020) terjadi kenaikan heat exchanged yang signifikan.

i. Surface Condenser EA-506

Heat exchanged EA-506 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 43% dan 118%. Flow CW dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 122% dan 85%. Performa EA-506 **kurang baik** setelah dilakukan mechanical cleaning oleh Borneo pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged masih dibawah design, walaupun terdapat kenaikan duty yang signifikan dibandingkan pengukuran Maret 2020.





Memupuk Kesuburan, Menebar Kemakmuran

PETROKIMIA
GRESIK

LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEPARTEMEN PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS

j. Final Absorber Cooler EA-507

Heat exchanged EA-507 dibandingkan pengukuran Maret 2020 adalah 67%. Flow CW dibandingkan pengukuran Maret 2020 adalah 80%. Performa EA 507 **kurang baik** setelah dilakukan Chemical cleaning oleh Nalco pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged dibawah pengukuran sebelum TA (Maret 2020). Hal ini kemungkinan disebabkan karena pengaturan cooling water yang belum optimal sehingga mengakibatkan penurunan heat transfer efficiency atau disebabkan karena load EA-507 yang rendah. Dep P2K akan melakukan review ulang terhadap performance exchanger ini.

k. Turbine Condenser EA-104

Heat exchanged EA-104 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 112% dan 149%. Rasio flow CW dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 118% dan 117%. Performa EA-104 **baik** setelah dilakukan mechanical cleaning oleh Borneo pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged berada diatas design dan meningkat signifikan dibandingkan pengukuran Maret 2020.

l. Inter-After Condenser for EA-104

Heat exchanged EA-106 dibandingkan pengukuran Maret 2020 adalah 329%. Rasio flow CW dibandingkan pengukuran Maret 2020 adalah 333%. Performa EA-106 **baik** setelah dilakukan mechanical cleaning oleh Borneo pada TA Juli 2020 dimana terjadi kenaikan heat exchanged yang signifikan dibandingkan dengan sebelum TA (Maret 2020) dan design.

m. Process Condensate Cooler EA-801

Heat exchanged EA-801 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 75% dan 173% dengan rasio flow cooling water dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 279% dan 192%. Performa EA-801 **kurang baik** setelah dilakukan mechanical



Program Studi S-1 Teknik Kimia
Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Memupuk Kesuburan, Menebar Kemakmuran

PETROKIMIA
GRESIK

LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PETROKIMIA GRESIK
DEPARTEMEN PROSES & PENGENDALIAN KUALITAS

cleaning oleh Borneo pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged berada dibawah design akan tetapi jika dibandingkan dengan sebelum TA (Maret 2020) terjadi kenaikan heat exchanged yang signifikan.

n. Washing Column DA-451

Heat exchanged DA-451 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 64% dan 113%. Rasio flow CW dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 48% dan 75%. Performa DA-451 kurang baik setelah TA Juli 2020 dimana heat exchanged berada dibawah design akan tetapi jika dibandingkan dengan sebelum TA (Maret 2020) terjadi peningkatan heat exchanged yang signifikan. Pada TAPabrik Urea IA 2020 tidak dilakukan cleaning pada DA-451, kenaikan duty pada exchanger kemungkinan disebabkan karena kenaikan beban pada DA-451 akibat kenaikan FE Rate.

o. Gland Condenser for GT-101

Heat exchanged dan flow cooling water gland condenser GT-101 dibandingkan pengukuran Maret 2020 adalah 99%. Performa gland condenser **baik** dimana heat exchanged sama dengan sebelum TA (Maret 2020). Mechanical cleaning yang dilakukan oleh Borneo pada TA Juli 2020 tidak merubah heat exchanged yang signifikan.

p. Sealing Water Cooler EA-121

Heat exchanged EA-121 dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 104% dan 109% dengan rasio flow cooling water dibandingkan design dan pengukuran Maret 2020 adalah 83% dan 115%. Performa EA-121 **baik** setelah dilakukan mechanical cleaning oleh Nalco pada TA Juli 2020 dimana heat exchanged berada diatas design dan jika dibandingkan dengan sebelum TA (Maret 2020) terdapat kenaikan heat exchanged.

