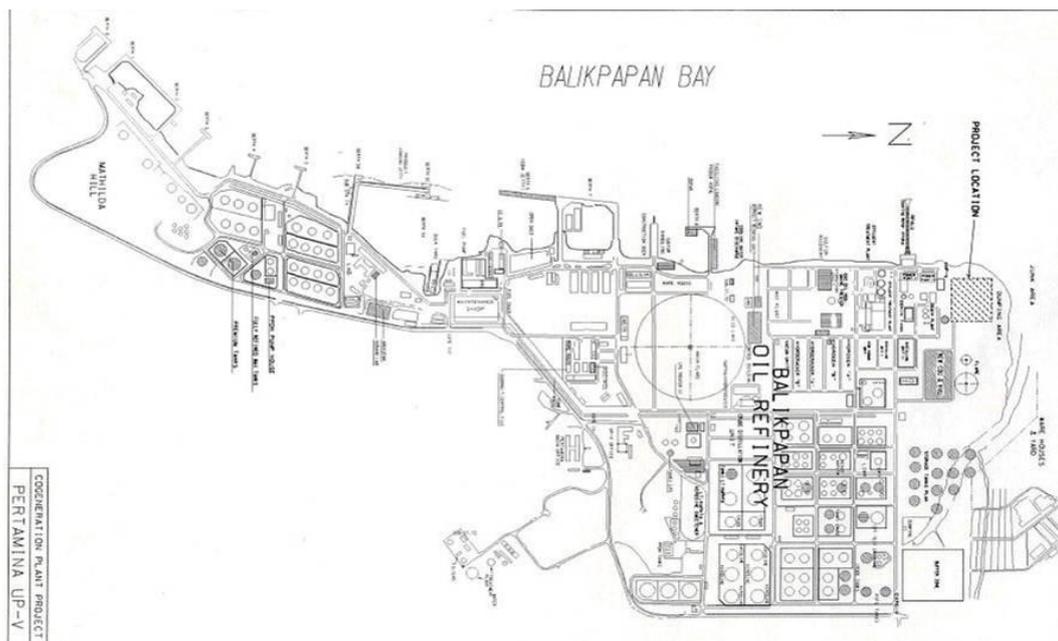


### BAB II DASAR TEORI

#### 2.1 Kilang Minyak Balikpapan

Kilang minyak ini terletak di tepi teluk Balikpapan, meliputi daerah seluas 2,5 km<sup>2</sup>. Kilang ini merupakan kilang tua yang dibangun tahun 1922. Saat pecah Perang Dunia II kilang ini hancur akibat pemboman hebat yang dilancarkan oleh pihak Sekutu dan pembangunan kembali kilang yang hancur ini dimulai tahun 1950. Kilang minyak Balikpapan terdiri dari areal kilang, yaitu Kilang I dan Kilang II.



**Gambar 2.1 Lokasi Area Kilang Minyak**

Kilang Balikpapan I terdiri dari :

- 2 Unit pengilangan minyak kasar (mentah). Hasil dari unit ini adalah Naphta, kerosene, gasoline, diesel, dan residue.

## **BAB II DASAR TEORI**

---

- 1 Unit penyulingan hampa (High Vacuum Unit) hasil unit ini adalah : parafinic oil destilate (POD), yang dipakai untuk bahan baku untuk 1 unit pabrik lilin dengan kapasitas 100 ton lilin perhari. Lilin yang dihasilkan terdiri dari berbagai jenis (grade) yang dipasarkan didalam negeri maupun keluar negeri.

Kilang Balikpapan II terdiri dari :

- Kilang ini diresmikan tanggal 1 Nopember 1983, terdiri dari dua kelompok kilang, yaitu : *Kilang Hydroskimming* dan kelompok *Kilang Hydrocracking*. Hasil dari kilang Balikpapan II ini adalah : gas (refinery gas), LPG, Naphta, kerosene, diesel, dan residue.

Kilang minyak ini mampu menghasilkan Bahan Bakar Minyak (BBM) berupa Premium 88, Kerosene, Solar, Avtur, Pertamina, non-BBM LPG, Wax, serta Naphtha dari sumber minyak mentah Kalimantan (17,5 persen), nasional (28 persen), import (55,5 persen). Minyak mentah yang diolah di Kilang Minyak ini sebesar 35 persen masih dipasok dari luar negeri, yakni diimpor dari kawasan Asia, Australia dan Afrika. Sedangkan 44 persen dipasok dari wilayah luar Kaltim, seperti Sulawesi, Laut Jawa dan Natuna. Hanya sekitar 21 persen minyak mentah asal Kaltim yang diolah di kilang terbesar kedua di Indonesia itu. Rencana implementasi tahun 2013 mendatang, kilang minyak ini akan membangun Centralize Crude Terminal yang ditempatkan di Lawelawe Kabupaten PPU. Karena cadangan minyak mentah saat ini semakin sulit dicari maka di tempat ini akan dibangun sekitar 7 tangki penampungan baru yang berkapasitas 12 juta barel.

### **2.2 Proses Pengolahan Minyak Bumi**

Minyak bumi biasanya berada 3-4 km di bawah permukaan laut. Minyak bumi diperoleh dengan membuat sumur bor. Minyak mentah yang diperoleh ditampung dalam kapal tanker atau dialirkan melalui pipa ke stasiun tangki atau ke kilang minyak.



## BAB II DASAR TEORI

---

*supply* dan untuk memenuhi permintaan tersebut maka digunakan proses "pemanasan" dan "tekanan" yang tinggi untuk mengubah fraksi yang tidak diharapkan. Molekul besar menjadi yang lebih kecil dalam *range* titik didih gasolin, proses ini disebut *cracking*.

### 2.2.1 Proses Pemisahan (*Separation Processes*)

Unit operasi yang digunakan dalam penyulingan minyak biasanya sederhana tetapi yang kompleks adalah *interkoneksi* dan *interaksinya*. Proses pemisahan tersebut adalah :

#### 1. *Destilasi*

Bensin, kerosin dan minyak gas biasanya disuling pada tekanan atmosfer, fraksi-fraksi minyak pelumas akan mencapai suhu yang lebih tinggi dimana zat-zat hidrokarbon mulai terurai (biasanya kira-kira antara suhu 375 -400°C) karena itu lebih baik jika minyak pelumas disuling dengan tekanan yang diturunkan. Pengurangan tekanan diperoleh dengan menggunakan sebuah pompa vakum (*vacuum pump*).

#### 2. *Absorpsi*

Umumnya digunakan untuk memisahkan zat yang bertitik didih tinggi dengan gas. Minyak gas digunakan untuk menyerap gasolin alami dari gas-gas basah. Gas-gas dikeluarkan dari tank penyimpanan gas sebagai hasil dari pemanasan matahari yang kemudian diserap ulang oleh tanaman. Steam stripping pada umumnya digunakan untuk mengabsorpsi hidrokarbon fraksi ringan dan memperbaiki kapasitas absorpsi minyak gas.

Proses ini dilakukan terutama dalam hal-hal sebagai berikut:

- Untuk mendapatkan fraksi-fraksi gasolin alami yang dapat dicampurkan pada bensin.

## BAB II DASAR TEORI

---

- Untuk pemisahan gas-gas rekahan dalam suatu fraksi yang sangat ringan (misalnya fraksi yang terdiri dari zat hidrogen, metana, etana) dan fraksi yang lebih berat yaitu yang mempunyai komponen-komponen yang lebih tinggi.
- Untuk menghasilkan bensin-bensin yang dapat dipakai dari berbagai gas ampas dari suatu instalasi penghalus.

### 3. Adsorpsi

Proses adsorpsi digunakan untuk memperoleh material berat dari gas. Pemakaian terpenting proses adsorpsi pada perindustrian minyak adalah :

- Untuk mendapatkan bagian-bagian berisi bensin (natural gasoline) dari gas-gas bumi, dalam hal ini digunakan arang aktif.
- Untuk menghilangkan bagian-bagian yang memberikan warna dan hal-hal lain yang tidak dikehendaki dari minyak, digunakan tanah liat untuk menghilangkan warna dan bauxiet (biji oksida-aluminium).

### 4. Filtrasi

Digunakan untuk memindahkan endapan lilin dari lilin yang mengandung destilat. Filtrasi dengan tanah liat digunakan untuk decolorisasi fraksi.

### 5. Kristalisasi

Sebelum di filtrasi lilin harus dikristalisasi untuk menyesuaikan ukuran Kristal dengan *cooling* dan *stirring*. Lilin yang tidak diinginkan dipindahkan dan menjadi lilin *mikrokristalin* yang diperdagangkan.

### 6. Ekstraksi

Pengerjaan ini didasarkan pada pembagian dari suatu bahan tertentu dalam dua bagian yang mempunyai sifat dapat larut yang berbeda.

#### 2.2.2 Proses Konversi (conversion processes)

Hampir 70% dari minyak mentah di proses secara konversi, mekanisme yang terjadi berupa pembentukan "ion karbonium" dan "radikal bebas".

##### 1. Cracking atau Pyrolysis

Cracking atau *pyrolysis* merupakan proses pemecahan molekul-molekul hidrokarbon besar menjadi molekul-molekul yang lebih kecil dengan adanya pemanasan atau katalis.



Keterangan :

- ◆  $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{C}_{15}\text{H}_{30}\text{C}_7\text{H}_{15}$  : Minyak gas berat
- ◆  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  : Gasoline
- ◆  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{CH}_2$  : Gasalin (anti knock)
- ◆  $\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{CH}_2$  : Recycle stock

Dengan adanya pemanasan yang cukup dan katalis maka hidrokarbon paraffin akan pecah menjadi dua atau lebih fragmen dan salah satunya berupa olefin. Semua reaksi cracking adalah endotermik dan melibatkan energi yang tinggi. Proses cracking meliputi:

##### a. Proses *cracking* thermis murni

Proses ini merupakan proses pemecahan molekul-molekul besar dari zat hidrokarbon yang dilakukan pada suhu tinggi yang bekerja pada bahan awal selama waktu tertentu. Pada pelaksanaannya tidak mungkin mengatur produk yang

## BAB II DASAR TEORI

---

dihasilkan pada suatu proses cracking, biasanya selain menghasilkan bensin (*gasoline*) juga mengandung molekul-molekul yang lebih kecil (gas) dan molekul-molekul yang lebih besar (memiliki titik didih yang lebih tinggi dari bensin).

Proses *cracking* dilakukan untuk menghasilkan fraksi-fraksi bensin yang berat yaitu yang mempunyai bilangan oktan yang buruk karena umumnya bilangan oktan itu meningkat jika titik didihnya turun. Maka pada *cracking* bensin berat akan diperoleh suatu perbaikan dalam kualitas bahan pembakarnya yang disebabkan oleh 2 hal, yaitu:

- ◆ Penurunan titik didih rata-rata
- ◆ Terbentuknya alken

Oleh karena itu bilangan oktan dapat meningkat dengan sangat tinggi, misalnya dari 45-50 hingga 75-80.

### **b. Proses *cracking* thermis dengan katalisator**

Dengan adanya katalisator maka reaksi cracking dapat terjadi pada suhu yang lebih rendah. Keuntungan dari proses thermis-katalisator adalah:

- ◆ Perbandingan antara bensin terhadap gas adalah sangat baik karena disebabkan oleh pendeknya waktu cracking pada suhu yang lebih rendah.
- ◆ Bensin yang dihasilkan menunjukkan angka oktan yang lebih baik.

Dengan adanya katalisator dapat terjadi proses isomerisasi, dimana alkenaalkena dengan rantai lurus dirubah menjadi hidrokarbon bercabang, selanjtnya terjadi aromatik-aromatik dalam fraksi bensin yang lebih tinggi yang juga dapat mempengaruhi bilangan oktan.

### c. Proses *cracking* dengan chlorida-aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) yang bebas air.

Bila minyak dengan kadar aromatik rendah dipanaskan dengan  $\text{AlCl}_3$  bebas air pada suhu 180-200°C maka akan terbentuk bensin dalam keadaan dan waktu tertentu. Bahan yang tidak mengandung aromatik (misalnya parafin murni) dengan 2 atau 5%  $\text{AlCl}_3$  dapat merubah sebagian besar (90%) dari bahan itu menjadi bensin, bagian lain akan ditinggal sebagai arang dalam ketel. Anehnya pada proses ini bensin yang dihasilkan tidak mengandung alkena-alkena tetapi masih memiliki bilangan oktan yang lumayan, hal ini mungkin disebabkan karena sebagian besar alkena bercabang. Kerugian dari proses ini adalah :

- ◆ Mahal karena  $\text{AlCl}_3$  yang dipakai akan menyublim dan mengurai.
- ◆ Bahan-bahan yang dapat dikerjakan terbatas.
- ◆ Pada saat reaksi berlangsung, banyak sekali gas asam garam maka harus memakai alat-alat yang tahan korosi.

## 2. Polimerisasi

Proses polimerisasi merubah produk samping gas hidrokarbon yang dihasilkan pada *cracking* menjadi hidrokarbon liquid yang bisa digunakan sebagai:

- ◆ Bahan bakar motor dan penerbangan yang memiliki bilangan oktan yang tinggi.
- ◆ Bahan baku petrokimia.

Bahan dasar utama dalam proses polimerisasi adalah olefin (hidrokarbon tidak jenuh) yang diperoleh dari *cracking still*. Contohnya: *Propilen, n-butilen, isobutilen*.

### 3. Alkilasi

Proses alkilasi adalah eksotermik dan pada dasarnya sama dengan polimerisasi, hanya berbeda pada bagian-bagian dari *charging stock need be unsaturated*. Sebagai hasilnya adalah produk alkilat yang tidak mengandung *olefin* dan memiliki bilangan oktan yang tinggi. Metode ini didasarkan pada reaktivitas dari karbon *tersier* dari *isobutan* dengan *olefin*, seperti propilen, *butilen* dan *amilen*.

### 4. Hidrogenasi

Proses ini adalah penambahan hidrogen pada olefin. Katalis hidrogen adalah logam yang dipilih tergantung pada senyawa yang akan di reduksi dan pada kondisi hidrogenasi, misalnya Pt, Pd, Ni, dan Cu. Disamping untuk menjenuhkan ikatan ganda, hidrogenasi dapat digunakan untuk mengeliminasi elemen-elemen lain dari molekul, elemen ini termasuk oksigen, nitrogen, halogen dan sulfur.

### 5. Hydrocracking

Proses *hydrocracking* merupakan penambahan hidrogen pada proses cracking.

### 6. Isomerisasi

Proses isomerisasi merubah struktur dari atom dalam molekul tanpa adanya perubahan nomor atom.

Proses ini menjadi penting karena dapat menghasilkan iso-butana yang dibutuhkan untuk membuat alkilat sebagai dasar *gasoline* penerbangan.

### 7. Reforming atau Aromatisasi

Reforming merupakan proses konversi dari *naptha* untuk memperoleh produk yang memiliki bilangan oktan yang tinggi,

## BAB II DASAR TEORI

---

dalam proses ini biasanya menggunakan katalis rhenium, platinum dan chromium.

### 2.3 Peralatan kilang

peralatan kilang di unit CDU IV dan HVU III antara lain system perpipaan, kolom, bejana tekan (*pressure vessel*), peralatan penukar panas (*heat exchanger, cooler, condensor*) dan sejenisnya.

#### 2.3.1 Column

Tahap awal proses pengilangan berupa proses distilasi (penyulingan) yang berlangsung di dalam Kolom Distilasi *Atmosferik* dan Kolom *Distilasi Vacuum*. Di kedua unit proses ini minyak mentah disuling menjadi fraksi-fraksinya, yaitu gas, distilat ringan (seperti minyak bensin), *distilat* menengah (seperti minyak tanah, minyak solar), minyak bakar (*gas oil*), dan *residu*. Pemisahan fraksi tersebut didasarkan pada titik didihnya.

Kolom distilasi berupa bejana tekan silindris yang tinggi (sekitar 40 m) dan di dalamnya terdapat tray-tray yang berfungsi memisahkan dan mengumpulkan fluida panas yang menguap ke atas. Fraksi hidrokarbon berat mengumpul di bagian bawah kolom, sementara fraksi-fraksi yang lebih ringan akan mengumpul di bagian-bagian kolom yang lebih atas.



**Gambar 2.3. Column**

## BAB II DASAR TEORI

---

### 2.3.2 Pressure Vessel

*Pressure vessel* adalah bejana tekan yang tahan bocor yang berfungsi sebagai tempat menampung atau memisahkan senyawa hidrokarbon menjadi gas dan liquid. Bagian utama dari *Pressure vessel* adalah *cylindrical shell* dan *head* yang ditumpu oleh *saddle support*.

Dalam operasinya *Pressure vessel* ini mendapat berbagai macam-macam beban antara lain beban berupa tekanan dalam. Beban tersebut akan menimbulkan tegangan yang bervariasi pada dinding *vessel*. Kekuatan bahan dari *Pressure vessel* tipe *horizontal* juga didapat berdasarkan tegangan maksimum yang terjadi.

*Pressure vessel* banyak digunakan pada industri kimia dan pengeboran minyak. *Pressure vessel* digunakan untuk menyimpan bahan-bahan yang perlu disimpan dalam tekanan tinggi atau untuk menyimpan bahan-bahan yang mengandung racun. *Pressure vessel* juga digunakan sebagai bagian dari proses bertekanan tinggi.



**Gambar 2.4. Pressure Vessel**

### 2.3.3 Heat Exchanger

*Heat Exchanger* adalah peralatan yang digunakan untuk melakukan proses pertukaran kalor antara dua fluida, baik cair (panas atau dingin) maupun gas, dimana *fluida* ini mempunyai temperatur yang berbeda.

## BAB II DASAR TEORI

---

*Heat Exchanger* banyak digunakan di berbagai industri tenaga atau industri yang lainnya dikarenakan mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

1. Konstruksi sederhana, kokoh dan aman.
2. Biaya yang digunakan relatif murah.
3. Kemampuannya untuk bekerja pada tekanan dan temperature yang tinggi dan tidak membutuhkan tempat yang luas.

Dikarenakan ada banyak jenis penukar kalor, maka alat penukar kalor dapat dikelompokkan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yaitu:

1. Proses perpindahan kalornya
2. Jumlah fluida yang mengalir
3. Konstruksi dan pengaturan aliran

Secara umum *heat exchanger* dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

1. Regenerator

Yaitu *heat exchanger* dimana fluida panas dan dingin mengalir secara bergantian melalui saluran yang sama.

2. *Heat exchanger* tipe terbuka (*Open type heat exchanger*)

Yaitu *heat exchanger* dimana fluida panas dan dingin terjadi kontak secara langsung (tanpa adanya pemisah).

3. *Heat exchanger* tipe tertutup (*Close type heat exchanger*)

Yaitu *heat exchanger* dimana fluida panas dan dingin tidak terjadi kontak secara langsung tetapi terpisahkan oleh dinding pipa atau suatu permukaan baik berupa dinding datar atau lengkung.

Sedangkan untuk tipe *heat exchanger* berdasarkan aliran fluidanya dapat dikelompokkan menjadi *parallel-flow*, *counter-flow*, dan *cross-flow*. *Parallel-flow* atau aliran searah adalah apabila fluida-fluida dalam pipa *heat exchanger* mengalir secara searah, sedang *counter-flow* atau sering disebut dengan aliran yang

## BAB II DASAR TEORI

---

berlawanan adalah apabila fluida-fluida dalam pipa *heat exchanger* mengalir secara berlawanan. *Cross-flow* atau sering disebut dengan aliran silang adalah apabila fluida-fluida yang mengalir sepanjang permukaan bergerak dalam arah saling tegak lurus.

Dalam aplikasi *Heat Exchanger* di lapangan banyak permasalahan yang masih ditimbulkan, misalnya panas yang ditransfer oleh *Heat Exchanger* belum maksimal, terjadinya penurunan tekanan sehingga kerja pompa menjadi berat. Hal ini berindikasi pada tingginya biaya untuk listrik dan perawatan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memperluas bidang perpindahan kalor, membuat aliran turbulen dalam pipa serta memakai bahan yang mempunyai konduktivitas yang tinggi. Untuk memperluas permukaan *Heat Exchanger* ada yang dilakukan dengan memperbesar permukaan pipa bagian dalam dan ada yang dilakukan dengan penambahan sirip pada pipa bagian dalamnya yang sekaligus membentuk aliran turbulen pipa bagian luarnya. Namun adanya sirip tersebut akan menaikkan penurunan tekanan (*Pressure Drop*).

Idealnya *heat exchanger* mempunyai koefisien perpindahan kalor menyeluruh ( $U$ ) yang tinggi sehingga mampu mentransfer kalor dengan baik dan mempunyai penurunan tekanan ( $\Delta P$ ) yang rendah. Hal ini menjadi masalah yang perlu dikaji lebih jauh terutama untuk memperkecil penurunan tekanan tetapi koefisien perpindahan kalornya masih tetap tinggi. Menyadari hal tersebut penulis mencoba memberikan solusi dengan penambahan sirip berbentuk *Delta Wing*, pada berbagai bahan yaitu: aluminium, tembaga, *Stainless steel*, memvariasi jarak dan jumlah sirip pada pipa bagian dalam (*tube*) serta pada alat penukar kalor pipa ganda.

Dari berbagai variasi tersebut diharapkan dapat menghasilkan alat penukar kalor yang memiliki unjuk kerja yang baik yaitu alat penukar kalor yang memiliki koefisien perpindahan



