
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Proses Pengolahan Minyak Bumi

Agar suatu minyak bumi yang diolah dari minyak mentah dapat dikonsumsi oleh masyarakat luas dilakukan beberapa proses baik secara fisika maupun kimia. Proses tersebut diperlukan untuk memurnikan dan mengubah struktur dari komponen-komponennya agar diperoleh produk yang bermanfaat bagi konsumen. Pada umumnya, proses pengolahan minyak bumi ada 6 yaitu:

1. Proses Distilasi

Distilasi adalah suatu teknik pemurnian dan pemisahan suatu zat cair berdasarkan tingkat volatilitas dan titik didih dari komponen-komponennya. Pada pengolahan minyak bumi, distilasi yang digunakan adalah distilasi bertingkat atau fraksionasi ini prinsipnya didasarkan pemisahan fraksi-fraksi dengan perbedaan titik didihnya. Fraksi-fraksi tersebut dimurnikan dan dirubah struktur molekulnya, setelah itu dibebaskan dari pengotornya dan terakhir ditambah bahan aditif untuk menjadi produk yang dapat dimanfaatkan. Minyak mentah mula-mula dipanaskan dalam sebuah tanur tinggi pada tekanan 1 atm pada suhu $\pm 350^{\circ}\text{C}$. Tujuan dari pemanasan dalam pengolahan ini untuk terpisahnya fraksi-fraksi yang terkandung didalam minyak bumi. Dapat diketahui bahwa semakin rendah titik didih maka fraksi tersebut akan terletak dibagian atas pada tanur, sedangkan semakin tinggi titik didih maka fraksi tersebut akan terletak dibagian bawah pada tanur, perbedaan titik didih yang akan menyebabkan fraksi akan terpisah. Berikut gambar pemisahan fraksi minyak bumi berdasarkan titik didih yang rendah sampai yang tinggi

2. Cracking

Proses selanjutnya setelah distilasi ialah cracking. Cracking atau yang disebut merengkah merupakan proses pembelahan atau penguraian partikel-partikel hidrokarbon yang berukuran besar menjadi partikel-partikel hidrokarbon kecil dalam fraksi minyak bumi. Adapun tiga cara yang digunakan dalam proses cracking



ialah thermal cracking, catalyc cracking dan hidrocracking. Contohnya ialah pengubahan solar menjadi minyak tanah.

3. Reforming

Reforming merupakan perubahan struktur molekul dari karbon yang rantainya lurus menjadi karbon yang rantainya bercabang dengan adanya bantuan katalis dan pemanasan. Reforming biasanya terjadi pada perubahan mutu bensin dari yang kurang baik menjadi lebih baik walaupun strukturnya berbeda dalam molekul yang sama.

4. Alkilasi dan Polimerasi

Alkilasi merupakan proses dimana karbon yang rantainya bertambah pada fraksi sehingga molekulnya lebih panjang dan bercabang. Proses alkilasi dilakukan dengan bantuan penambahan katalis seperti asam kuat. Sedangkan polimerisasi merupakan proses dimana partikel-partikel kecil bergabung menjadi partikel-partikel yang besar sehingga menghasilkan produk yang bagus.

5. Treating

Treating merupakan proses setelah eliminasi dari pengotor-pengotornya yang kemudian dilakukan pemurnian terhadap fraksi minyak bumi. Pengotor-pengotor yang dieliminasi tersebut biasanya berbau tidak sedap dengan beberapa proses.

6. Blending

Blending merupakan proses akhir dari pengolahan minyak bumi pada proses ini ditambah zat aditif untuk meningkatkan kualitas akhir dari minyak bumi, contohnya Tetra Ethyl Lead atau TEL yang merupakan zat aditif penambah bilangan oktan bensin. Jadi, blending adalah salah satu teknik atau proses material dimana cara kerjanya dengan menggabungkan atau mencampurkan bahan material dengan jumlah yang telah ditentukan.

Bensin merupakan salah satu hasil pengolahan minyak bumi, yang mana memiliki jumlah atom karbon 5-10 yang berfungsi sebagai bahan bakar. Bensin dapat diperoleh tidak hanya dengan proses distilasi tetapi juga dengan proses perengkahan, reformasi, polimerisasi, isomerisasi, dan alkilasi dengan melalui



pencampuran beberapa komponen serta penambahan zat aditif untuk menaikkan mutu bensin. Pada proses pembuatan bensin dimana menghasilkan gasoline yang belum dapat digunakan, akan tetapi masih perlu penambahan beberapa bahan kimia untuk dicampurkan atau blending dengan gasoline lain. Ada pun pencampuran berguna untuk memperbaiki mutu sehingga aman dalam pemakaiannya. Bensin sebagai bahan bakar pada mesin yang menggunakan pembakaran busi yang bercampur dengan udara dalam penggunaan sehingga pencampuran dinyalakan oleh api. Maka dari itu mutu dari pembuatan bensin harus diperhatikan agar menghasilkan pembakaran yang aman dan tidak berbahaya atau merusak lingkungan (Wati, 2020).

II.2 Proses Pengolahan *Crude Oil* Secara Umum di PT. KPI RU IV Cilacap

PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap merupakan salah satu unit operasi dari *Refining dan Petrochemical Subholding* dengan proses-proses utama kilang seperti pada **Tabel II.1**. Kilang minyak RU IV Cilacap yang saat ini memiliki kapasitas 348.000 barrel/hari dibangun dalam 2 tahap, yaitu pada tahun 1974 dan 1981, sedangkan kilang *Paraxylene* dibangun pada tahun 1990. Kilang RFCC (*Resid Fluid Catalytic Cracking*) dibangun pada tahun 2011-2015 untuk meningkatkan produksi *gasoline*, *LPG* dan *propylene*. Kilang Langit Biru Cilacap (KLBC) dibangun pada tahun 2015-2018 untuk meningkatkan produk LOMC (*Low Octane Mogas Component*) menjadi HOMC (*High Octane Mogas Component*). *Pertamax* yang saat ini telah diproduksi PT. Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap, produksinya akan lebih efisien.

Kilang utama disebut dengan *Fuel Oil Complex (FOC)* dan kilang pelumas disebut dengan *Lube Oil Complex (LOC)*. Bahan baku (minyak mentah) diolah di *FOC* untuk menghasilkan bahan bakar minyak (BBM) sebagai produk utama dan *long residue* sebagai bahan baku untuk *LOC* untuk diolah dan menghasilkan bahan dasar minyak pelumas (*Lube Oil Base Stock*) dan *asphalt component*.



Tabel II. 1 Proses utama PT. Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap

No.	Jenis Proses	Unit Proses	Tujuan Proses
1.	Persiapan	<i>Desalter</i>	Menurunkan air, menurunkan garam.
2.	Pemisahan	<i>Crude Distilling Unit (CDU)</i> <i>High Vacuum Unit (HVU)</i>	Pemisahan primer berdasar titik didih.
3.	<i>Treating</i>	<i>Hydrotreating</i> dan demetalisasi (HDS, ARHDM)	Pemurnian
4.	Konversi	<i>Hydrocracker, Fluid Catalytic Cracking (FCC), RFCC, Delayed Coker, Visbreaker, Platforming, H₂plant</i>	Perengkahan, pembentukan (<i>reforming</i>)
5.	Perbaikan kualitas	<i>Hydrotreater (HDS)</i>	Perbaikan kualitas
6.	Proses lain	<i>Polimerisasi, Isomerisasi (Penex, Tatoray), Wax</i>	Polimerisasi, aromatisasi, filtrasi

II.3 Unit Produksi di PT. KPI RU IV Cilacap

II.3.1 Fuel Oil Complex I

FOC I merupakan tempat pengolahan minyak mentah yang berasal dari Timur Tengah agar didapatkan produk seperti *Refinery Fuel Gas, Gasoline, Kerosene, Avtur (Aviation Turbine Fuel), ADO (Automotive Diesel Oil), IDO (Industrial Diesel Oil)*. Unit FOC I terletak di Area 10 yang terdiri dari unit-unit proses sebagai berikut :

- a. Unit 11 *Crude Distillation Unit (CDU) I*
- b. Unit 12 *Naphtha Hydrotreater Unit (NHT) I*
- c. Unit 13 *Hydro Desulfurizer Unit (HDS)*



- d. Unit 14 *Platforming Unit I*
- e. Unit 15 *Propane Manufacturing Unit (PMF)*
- f. Unit 16 *Merox Treater Unit*
- g. Unit 17 *Sour Water Stripper Unit (SWS) I*
- h. Unit 18 *Nitrogen Plant*
- i. Unit 19 *Contaminat Removal Process Unit / Hg Removal*
- j. Unit 48 *Flare Unit*

II.3.2 Fuel Oil Complex II

FOC II merupakan tempat pengolahan minyak mentah campuran dari *Arjuna Crude Oil* dan *Attaka Crude Oil* dengan produk yang dihasilkan *LPG*, *Naphtha*, *HDO/LDO*, *Propane*, *Gasoline*, *Kerosene*, *IFO*, *Refinery Fuel Gas*. Unit FOC II terletak di Area 01 yang terdiri dari unit- unit proses sebagai berikut :

- a. Unit 011 *Crude Distillation Unit (CDU II)*
- b. Unit 012 *Naphtha Hydrotreater Unit (NHT II)*
- c. Unit 013 *Aromatic Hydrogenation (AH) Unibon Unit*
- d. Unit 014 *Continuous Catalytic Regeneration (CCR)*
- e. Unit 015 *Liquified Petroleum Gas (LPG) Recovery Unit*
- f. Unit 016 *Minalk Merox Treater*
- g. Unit 017 *Sour Water Stripper Unit (SWS II)*
- h. Unit 018 *Thermal Distillate Hydrotreating Unit (TDHT)*
- i. Unit 019 *Visbreaker Thermal Cracker*
- j. Unit 048 *Flare Unit*

II.3.3 Lube Oil Complex I

Lube Oil Complex I Plant dirancang oleh *Shell International Petroleum Maatschappij (SIPM)* pada Bulan Desember 1973. Pembangunan LOC I dimaksudkan untuk mengolah *long residue* dengan tujuan untuk menghasilkan produk utama *lube base* dan hasil samping aspal serta *Minarex-B* dengan kapasitas 80.000 ton/tahun untuk empat grade lube oil base. LOC I terletak di area 20 yang terdiri dari unit- unit proses sebagai berikut:



- a. Unit 21 *High Vacuum Unit* (HVU I)
- b. Unit 22 *Propane Deasphalting Unit* (PDU I)
- c. Unit 23 *Furfural Extraction Unit* (FEU I)
- d. Unit 24 *Methyl Ethyl Ketone (MEK) Dewaxing Unit* (MDU I)
- e. Unit 25 *Hot Oil System I*

II.3.4 *Lube Oil Complex II, III*

Pembangunan LOC II dirancang oleh *Shell International Petroleum Maatschappij* (SIPM). Kilang LOC II dan III pada dasarnya memiliki fungsi yang sama seperti kilang LOC I yaitu mengolah *long residue* CDU I agar menghasilkan komponen minyak pelumas dan sebagai hasil sampingnya berupa aspal dan minyak bakar. Adapun produk yang dihasilkan kilang LOC II yaitu *High Viscosity Index* (HVI) 65 & 160s, *Ashpalt*, *Slack Wax*, *Minarex H* sementara produk yang dihasilkan kilang LOC III yaitu *High Viscosity Index* 650 (HVI 650), *Ashpalt*, *Slack Wax*, *Minarex B*. LOC II terletak di Area 02 yang terdiri dari unit- unit proses sebagai berikut:

- a. Unit 021 *High Vacuum Unit* (HVU II)
- b. Unit 022 *Propane Deasphalting Unit* (PDU II)
- c. Unit 023 *Furfural Extraction Unit* (FEU II)
- d. Unit 024 *Methyl Ethyl Ketone (MEK) Dewaxing Unit* (MDU II)
- e. Unit 025 *Hot Oil System II*

Sementara LOC III terletak di area 200 yang terdiri dari unit- unit proses sebagai berikut:

- a. Unit 220 *Propane Deasphalting Unit*
- b. Unit 240 *MEK Dewaxing Unit*
- c. Unit 260 *Hydro Treating Unit*

II.3.5 *Kilang Paraxylene Complex (KPC)*

Kilang *Paraxylene Complex* (KPC) dibangun pada tahun 1988 dan mulai beroperasi pada 20 Desember 1990. Kilang ini dirancang oleh *Universal Oil Product* (UOP) dan dibangun oleh kontraktor dari Jepang, yaitu *Japan Gasoline*



Corporation (JGC). Pembangunan KPC didasarkan pada pertimbangan adanya bahan baku *naphtha* dan sarana pendukung lainnya. Tujuan dibangunnya KPC yaitu untuk mengolah *naphtha* dari FOC II menjadi produk- produk petrokimia, yaitu *paraxylene* dan *benzene* sebagai produk utama serta *raffinate*, *heavy aromate*, *toluene*, dan *LPG* sebagai produk sampingan. Total kapasitas produksi dari Kilang Paraxylene Cilacap (KPC) ini adalah 270.000 ton/ tahun.

Realisasi dari Kilang *Paraxylene* Cilacap (KPC) merupakan bentuk usaha penghematan devisa sekaligus sebagai usaha untuk meningkatkan nilai tambah produksi kilang BBM. Dalam hal ini, sebagian dari *paraxylene* yang dihasilkan digunakan sebagai bahan baku pabrik *Purified Terephthalic Acid* (PTA) yang ada di pusat aromatik Plaju, Sumatera Selatan. Sedangkan, sebagian lainnya digunakan untuk keperluan ekspor ke luar negeri. Kilang *Paraxylene* Cilacap (KPC) terletak di area 80 yang terdiri dari unit- unit proses sebagai berikut:

- a. Unit 81 Nitrogen *Plant Unit*
- b. Unit 82 Naphtha *Hydrotreater Unit*
- c. Unit 84 CCR *Platformer Unit*
- d. Unit 85 *Sulfolane Unit*
- e. Unit 86 *Tatoray Unit*
- f. Unit 87 *Xylene Fractionation Unit*
- g. Unit 88 *Parex Unit*
- h. Unit 89 *Isomar unit*

II.3.6 Kilang LPG dan Sulfur Recovery Unit (SRU)

Kilang *Sulfur Recovery Unit* (SRU) dibangun pada tahun 2004 dan mulai beroperasi pada bulan April 2006. Kilang ini terdiri dari unit proses dan unit penunjang yang dapat mengurangi emisiss gas terutama SO_2 sehingga emisi yang dibuang ke udara akan lebih ramah terhadap lingkungan. Kilang ini berfungsi untuk mengolah *off gas* dari berbagai unit menjadi produk berupa *LPG*, *Propylene*, *Premium*, *Pertamax*, *Pertamax*, *Turbo*, *Avtur*, *LSWR*. Dengan adanya kilang SRU dapat diperoleh sulfur cair sebanyak 59-68 metric ton/ hari, produk *LPG* sebanyak



324-407 metric ton/ hari dan produk *condensate* (C5+) sebanyak 28-103 metric ton/hari sedangkan hasil atas berupa gas dengan kandungan H₂S sangat rendah dari unit *LPG Recovery* akan dikirimkan ke luar sebagai *fuel system*. Kilang Kilang *LPG* dan *Sulphur Recovery Unit* (SRU) terletak di area 90 yang terdiri dari unit- unit proses sebagai berikut:

- a. Unit 91 *Gas Treating Unit*
- b. Unit 92 *LPG Recovery Unit*
- c. Unit 93 *Sulphur Recovery Unit*
- d. Unit 94 *Tail Gas & Thermal Oxidator*
- e. Unit 95 *Refrigeration Unit*

II.3.7 Kilang *Residual Fluidized Catalytic Cracking* (RFCC)

Pembangunan kilang RFCC dilaksanakan oleh konsorsium PT Adhi Karya (Persero) Tbk. dan Goldstar Co Ltd. Dari Korea Selatan. Kilang RFCC merupakan unit proses perengkah hidrokarbon fraksi berat menjadi fraksi lebih ringan dengan bantuan butirana katalis halus yang telah dipanaskan dan digerakkan seperti fluida cair (fluidisasi) pada pengaturan tekanan, temperature, dan kondisi parameter proses tertentu. Proses RFCC digunakan dalam rangkaian unit pengolahan miinya di kilang diutamakan untuk mengolah minyak fraksi berat atau minyak sisa yang bernilai ekonomis rendah dengan bantuan katalis. Kilang RFCC bertujuan untuk mengolah LSWR (*Low Sulphur Wax Residue*) CDU II menjadi produk yang lebih memiliki nilai tambah seperti *LPG*, *Propylene*, *Premium*, *Pertamax*, *Pertamax*, *Turbo*, *Avtur*, *LSWR*. Kilang Kilang RFCC terletak di area 100 yang terdiri dari unit- unit proses sebagai berikut:

- a. Unit 101 *RFCC Process Unit*
- b. Unit 102 *Unsaturated Gas Plant*
- c. Unit 103 *LPG Merox Treating Unit*
- d. Unit 104 *Propylene Recovery Unit*
- e. Unit 120 *Light Napfta Hydro Treating*
- f. Unit 140 *Light Napfta Isomerization*



II.3.8 Kilang Langit Biru Cilacap (KLBC)

Kilang Langit Biru Cilacap merupakan salah satu proyek yang dilakukan di *Refinery Unit IV* Cilacap dalam rangka melakukan peningkatan kapasitas kilang untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Peningkatan spesifikasi *gasoline* dari semula RON 88 menjadi RON 92 dengan kapasitas sebesar 91.000 barrel/hari, sehingga produk yang dihasilkan merupakan BBM yang ramah lingkungan. Pembangunan KLBC disertai *revamping* yaitu mengubah pola operasi *Unit Platfroming I* dari *fixed bed catalyst* menjadi *continuous catalyst regeneration*. Kilang ini disebut dengan kilang langit biru karena produk yang dihasilkan dari kilang ini ramah lingkungan sesuai dengan standar Euro IV.

II.3.9 Utilities Complex

Fasilitas ini memiliki fungsi untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan penunjang unit- unit proses seperti steam, listrik, angin instrumen, air pendingin, serta *fuel system* (*fuel gas* dan *fuel oil*).

II.3.8 Offsite Facility

Fasilitas ini merupakan fasilitas penunjang yang terdiri dari tangki-tangki penyimpanan, *flare system*, *utility*, dan *environment system*.

