

BAB II

URAIAN PROSES

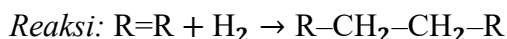
2.1 Dasar Teori Proses

Proses *Naphtha Hydrotreating* (NHT) merupakan tahapan fundamental dalam pengolahan minyak bumi yang bertujuan memurnikan fraksi *Naphtha* sebelum diolah lebih lanjut. Pabrik ini berfungsi menghilangkan senyawa pengotor (*impurities*) seperti sulfur, nitrogen, oksigen, olefin, dan logam berat dari fraksi *Naphtha* yang dihasilkan oleh pabrik distilasi minyak mentah (*Crude Distillation Unit/CDU*). Penghilangan pengotor ini sangat krusial karena senyawa tersebut bersifat racun yang dapat mematikan aktivitas katalis berbahan logam mulia (seperti platinum) pada pabrik *catalytic reforming* atau *platforming* di hilir (Ancheyta dkk., 2011; Towler & Sinnott, 2021). Oleh karena itu, Pabrik NHT bertindak sebagai pabrik pelindung yang menjamin umpan *Naphtha* memiliki kemurnian tinggi demi menjaga efisiensi dan umur pakai katalis pada proses selanjutnya.

Teknologi yang umum diterapkan dalam proses ini adalah *Vapour Phase Hydrotreating*, di mana umpan *Naphtha* diuapkan dan dicampur dengan gas *Hydrogen* sebelum memasuki *Reactor*. Reaksi pemurnian terjadi pada permukaan katalis aktif, umumnya menggunakan jenis Kobalt-Molibdenum (Co-Mo) atau Nikel-Molibdenum (Ni-Mo) dengan penyangga alumina (Al_2O_3) (Robinson & Dolbear, 2006).

Mekanisme reaksi utama yang terjadi meliputi:

1. Hydrodesulfurisasi (HDS): Pemutusan ikatan sulfur dari senyawa organik menjadi gas *Hydrogen* sulfida (H_2S).
Reaksi: $\text{R-SH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{R-H} + \text{H}_2\text{S}$
2. Denitrikasi : Pelepasan nitrogen menjadi amonia (NH_3).
Reaksi: $\text{R-NH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{R-H} + \text{NH}_3$
3. Deoksigenasi: Penghilangan oksigen menjadi air (H_2O).
Reaksi: $\text{R-OH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{R-H} + \text{H}_2\text{O}$
4. Saturasi Olefin: Penjenuhan ikatan rangkap olefin menjadi parafin yang lebih stabil.



Seluruh reaksi tersebut bersifat eksotermik, sehingga pengendalian suhu menjadi faktor krusial untuk menjaga kestabilan *Reactor* dan mencegah reaksi hydrocracking berlebih yang dapat menurunkan yield produk. Sistem pendingin dan kontrol suhu otomatis digunakan untuk menjaga temperatur *Reactor* antara 320–340°C, dengan tekanan operasi pada 23–25 kg/cm²G. Kelebihan panas yang dihasilkan dimanfaatkan kembali melalui sistem *heat Recovery exchanger* untuk meningkatkan efisiensi energi.

2.2 Deskripsi Aliran Proses

Unit *Naphtha Hydrotreating* (NHT) dirancang untuk memurnikan naphta melalui tiga tahapan operasional utama, yaitu pemanasan awal dan reaksi, pendinginan dan pemisahan fasa, serta stabilisasi produk (fraksinasi). Tujuan utama dari rangkaian proses ini adalah menghilangkan pengotor (*impurities*) untuk menjamin kualitas umpan yang memenuhi spesifikasi unit hilir, seperti unit Isomerisasi dan *Platforming* (Fahim dkk., 2010).

a) Tahap Pemanasan Awal dan Reaksi (*Pre-heating and Reaction Section*)

Umpan berupa *Straight Run Naphtha* (SRN) dari Tangki Penyimpanan (19T-01) dialirkan menggunakan Pompa (19P-02) menuju *Heat Exchanger* (19HE-01) yang sebelumnya umpan cair tersebut dikontakkan dengan gas *Hydrogen* (H₂) yang berasal dari Tangki (19T-02) yang telah dikompresi menggunakan *Compressor* (C-01) dari tekanan **19 kg/cm²** menjadi **26,7 kg/cm²**. Mekanisme pencampuran umpan cair dan gas ini krusial untuk memastikan distribusi reaktan yang homogen sebelum memasuki zona reaksi (Gary dkk., 2007).. Pada alat ini, temperatur umpan dinaikkan dari **58,43°C** menjadi **260°C** dengan memanfaatkan panas dari efluen *Reactor* (*Feed-effluent exchange*).

b) Proses Reaksi Hidrodesulfurisasi dan Denitrifikasi

Campuran umpan *Naphtha* dan gas *Hydrogen* yang telah mencapai temperatur **260°C** dan tekanan **21,5 kg/cm²** dipanaskan lebih lanjut di dalam

Furnace Heater (19FN-01) hingga mencapai temperatur operasi *Reactor*, yaitu **320--340°C**. Campuran tersebut kemudian dialirkan ke dalam *Reactor* (R-01) yang berisi katalis Ni-Mo/Al₂O₃. Di dalam *Reactor*, terjadi reaksi eksotermis untuk menghilangkan impuritas sulfur dan nitrogen melalui mekanisme hidrodesulfurisasi (HDS) dan denitrifikasi (DN) (Ancheyta, 2011).

c) Tahap Pendinginan dan Pemisahan Fasa (*Cooling and Separation Section*)

Efluen *Reactor* keluar pada temperatur **319°C** dan dialirkan kembali ke 19HE-01 untuk didinginkan hingga **125,9°C** sekaligus memanaskan umpan masuk. Proses pendinginan dilanjutkan menggunakan *Partial Condenser* (19CD-01) hingga mencapai temperatur **70°C**, yang menyebabkan sebagian besar fraksi hidrokarbon terkondensasi. Campuran dua fasa ini kemudian dipisahkan di dalam *High Pressure Separator* (19FD-01) pada tekanan operasi **19 kg/cm²**. Pada tahap ini, diharapkan gas *Hydrogen* murni bisa *ter-strip* yang akan di recycle kembali menuju *Suction Compressor* 19C-01 dan sebagian di alirakan ke *fuel gas system*.

Bottom Product dari *High Pressure Separator* dialurkan menuju *Low Pressure Separator* (19FD-02) berdasarkan perbedaan tekanan, Dimana *low pressure separator* (19FD-02) bertekana **4,5 kg/cm²**. Pada tahap ini diharapkan gas-gas ringan serta produk samping berupa **H₂S dan NH₃** dipisahkan ke sistem *fuel gas*, sehingga produk cair (*Bottom Product*) memiliki kandungan impuritas yang sangat rendah (Towler & Sinnott, 2013).

d) Tahap Stabilisasi dan Fraksinasi (*stabilization section*)

produk bawah dari *low pressure separator* dipanaskan kembali (*pre-heating*) di 19HE-02 hingga temperatur **120°C** sebelum diumpankan ke Menara Distilasi (19MD-01). Menara distilasi ini berfungsi memisahkan umpan menjadi dua produk utama: *Light Naphtha* sebagai produk atas (*Top Product*) yang akan menjadi umpan unit Isomerisasi, dan *Heavy Naphtha* sebagai produk bawah (*Bottom Product*) yang akan diproses lebih lanjut di unit *Platforming* untuk menghasilkan *High Octane Mogas Component* (HOMC) (Matar & Hatch, 2001).

e) Penanganan Produk Atas dan Bawah Menara Distilasi

Uap dari puncak Menara Distilasi didinginkan dan dikondensasikan secara total menggunakan Kondensor (19CD-02) sehingga temperature turun dari 100,5°C menjadi 60°C , kemudian ditampung dalam *Accumulator* (19ACC-01). Sebagian cairan dari akumulator dikembalikan ke menara sebagai *refluks* untuk menjaga kemurnian produk, sedangkan sebagian lainnya dipompakan (19P-03) menuju *Cooler* (19CL-01) untuk didinginkan hingga 30°C. Produk *Light Naphtha* yang telah dingin kemudian disimpan di Tangki (19T-04) sebelum dialirkan menggunakan Pompa (19P-06) menuju unit Isomerisasi (McKetta, 1992).

Produk bawah Menara Distilasi (*Heavy Naphtha*) dipanaskan kembali menggunakan *Reboiler* (19RB-01) hingga temperatur 145°C untuk melucuti sisa fraksi ringan yang masih terbawa. Selanjutnya, *Heavy Naphtha* murni dipompakan (19P-04) melewati *Cooler* (19CL-02) untuk didinginkan hingga 70°C selanjutnya dialirakn menuju *Cooler Cooler* (19CL-03) untuk didinginkan hingga 35°C dan disimpan di Tangki (19T-03). Dari tangki penyimpanan, produk ini akan dialirkan oleh Pompa (19P-05) sebagai umpan menuju unit *Platforming* (Parkash, 2003).