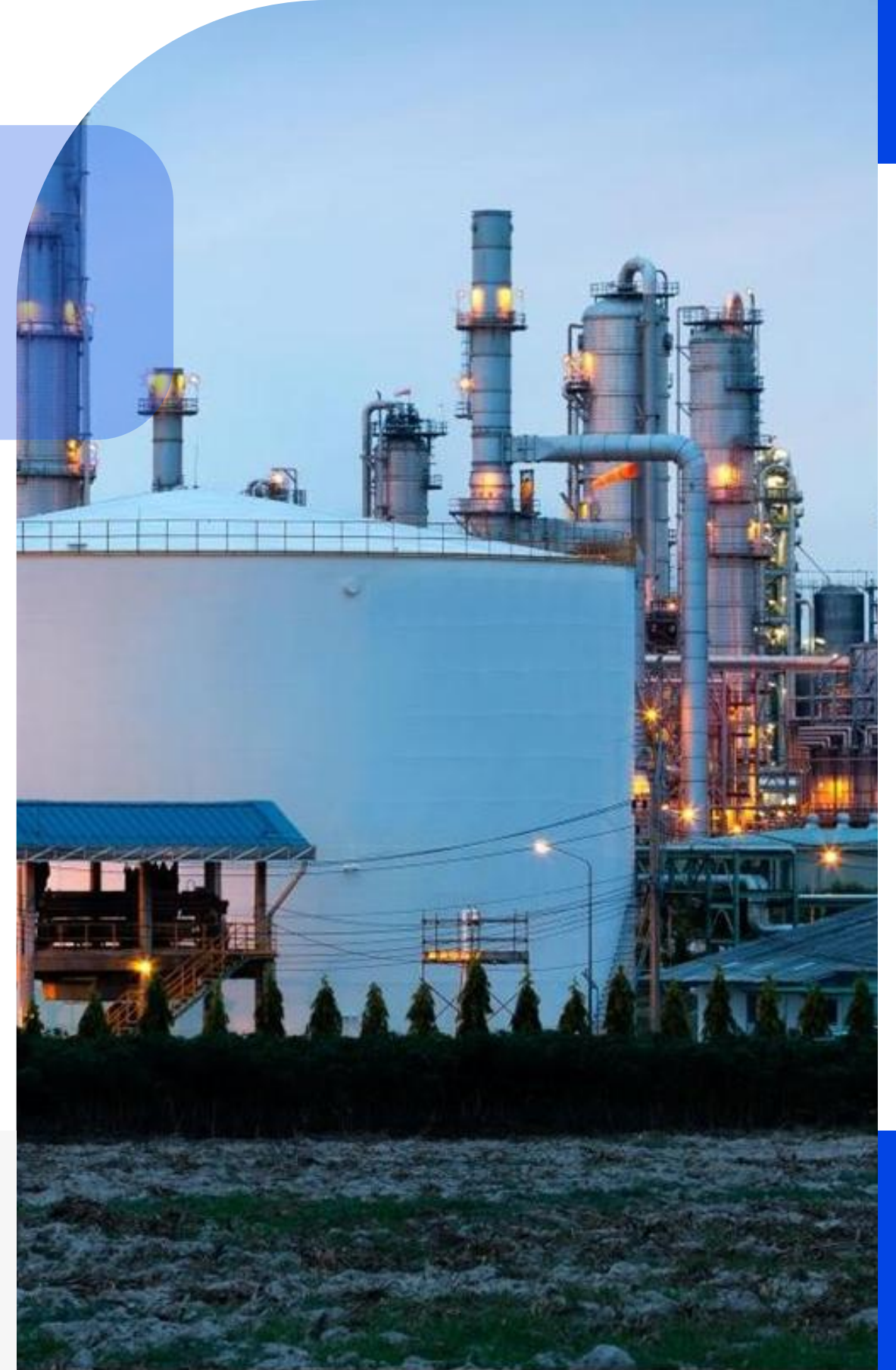


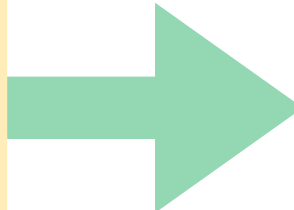
PENGOLAHAN MINYAK BUMI

December 2025



Komposisi Minyak Mentah : Hidrokarbon

- Parafin (hidrokarbon jenuh/alkana), C_nH_{2n+2}
- Olefin (hidrokarbon tak jenuh/alkana), C_nH_{2n}
- Naftena (sikloalkana), C_nH_{2n}
- Hidrokarbon aromatik, C_nH_{2n-6}

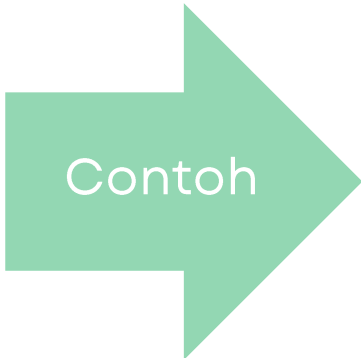


Karakteristik Minyak Mentah

- 1) Minyak mentah berbasis parafin
- 2) Minyak mentah campuran (parafin-naftena)
- 3) Minyak mentah berbasis naftena
- 4) Minyak mentah aromatik

Komposisi Minyak Mentah : Komposisi Lainnya

- **Garam**
($CaCl_2$, $NaCl$, dan $MgCl_2$).
- **Logam**
Arsenik, Timah, Vanadium, Nikel, dan Besi.
- **Pasir, Bahan Mineral, dan Air**
BS&W/ (Bottom Sediment & Water / Sedimen Dasar dan Air). Pabrik pengolahan minyak dapat membeli minyak mentah sesuai spesifikasi BS&W tertentu (0,5%wt).
- **Senyawa Belerang**
Jika kadar belerang total dalam minyak melebihi 0,5% wt minyak tersebut disebut “asam”.

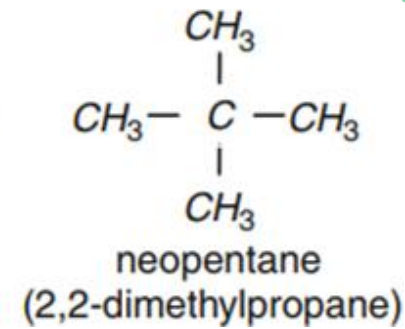
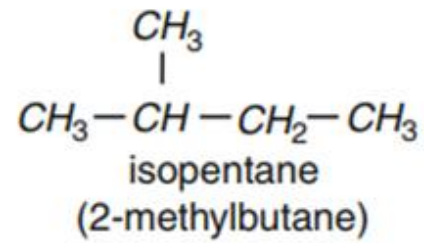
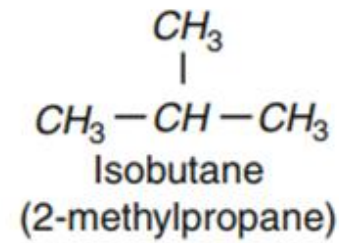
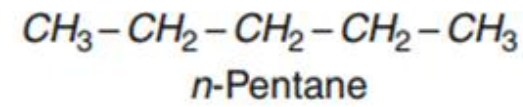
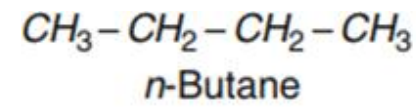


Contoh

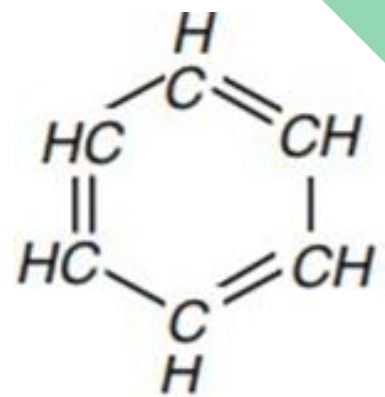
| Experiment | Method | Result |
|----------------------------------|-------------|--------|
| Total acid number, mg KOH gm | ASTM D-2896 | 0.133 |
| Total basenumber, mg KOH gm | ASTM D-974 | 2.061 |
| Kinematic viscosity, cSt, @ 40°C | ASTM D-445 | 2.25 |
| PourPoint, °C | ASTM D-97 | -39 |
| Hydrogen sulfide, ppm | ASTM D-3227 | Nil |
| Mercapten, ppm | ASTM D-3227 | Nil |
| Residual sulfur, ppm | ASTM D-3227 | 80.37 |
| Total sulfur, wt% | ASTM D-4294 | 0.59 |
| Nitrogen content, wt% | ASTM D-3228 | 0.048 |
| Asphalten content, wt% | IP-143 | 0.16 |
| Wax content, wt% | UOP-64 | 0.12 |
| BS&W, vol% | ASTM D-96 | 0.4 |
| Ash content, wt% | ASTM D-482 | 0.034 |
| Water content, ppm | ASTM D-1744 | 264.3 |
| Carbon residue, wt% | ASTM D-189 | 1.096 |
| Molecular weight | | 160.65 |
| Copper corrosion | ASTM D-130 | 1a |
| Flash point, °C | ASTM D-93 | -15 |
| Salt content, Ptb | ASTM D-3230 | 36.24 |
| Calorific value | ASTM D-224 | 45,783 |

Komposisi Minyak Mentah : Hidrokarbon

Paraffin (Saturated hydrocarbons/alkanes), C_nH_{2n+2}



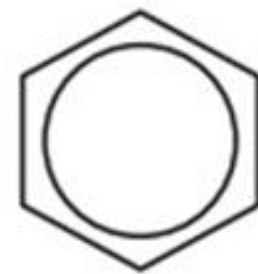
Aromatic hydrocarbons, C_nH_{2n-6}



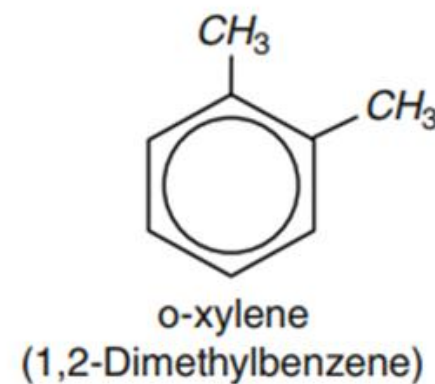
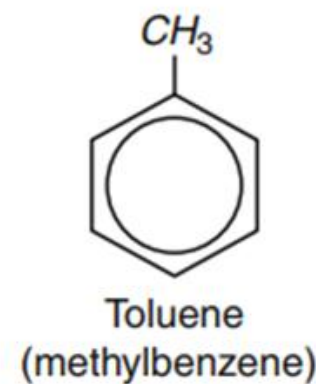
or



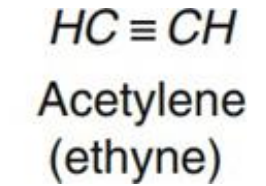
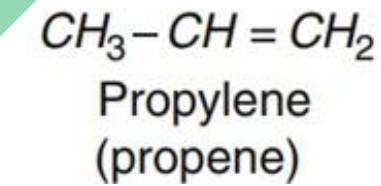
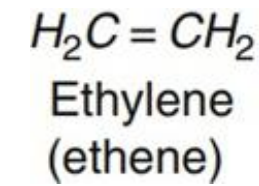
or



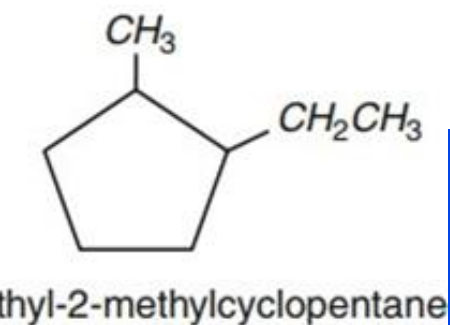
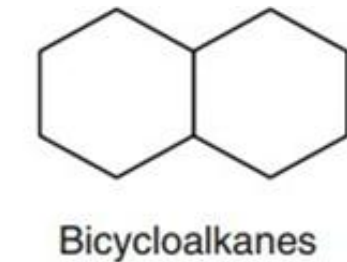
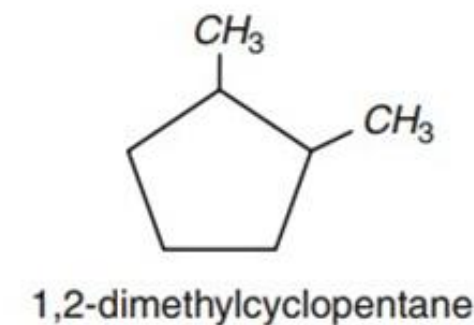
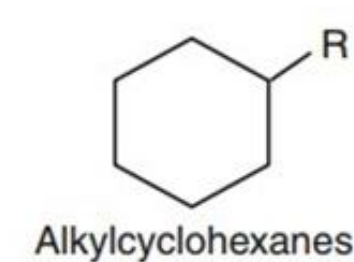
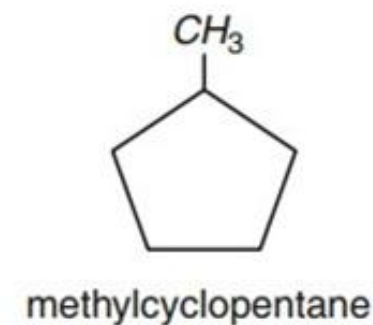
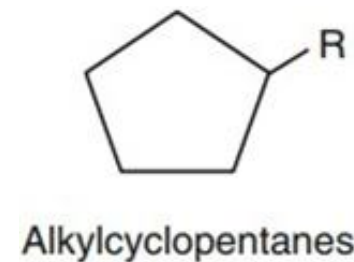
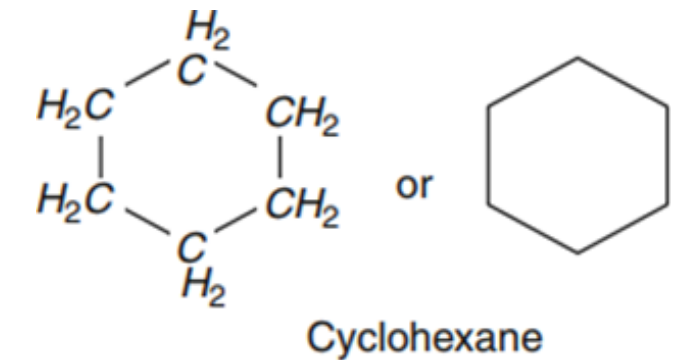
Benzene



Olefin (Unsaturated hydrocarbons/alkenes), C_nH_{2n}



Naphthene (Cycloalkanes) C_nH_{2n}



Evaluasi untuk Minyak Mentah dan Bahan Bakar Minyak

- 1) Rentang Didih
- 2) Titik Didih Sebenarnya (Minyak Mentah)
- 3) Faktor Karakterisasi UOP (Kuop)
- 4) Distilasi ASTM
- 5) Gravitasi API dan Gravitasi Khusus
- 6) Titik Nyala
- 7) Tekanan Uap Reid
- 8) Angka Oktan
- 9) Titik Tuang
- 10) BS&W (Endapan Bawah dan Air)
- 11) Angka Cetane

Unit Pengolahan di Pabrik Pengolahan Minyak

1) Pengolahan Primer

Unit pengolahan ini melibatkan proses pemisahan fisik (CDU & VDU)

2) Pengolahan Sekunder

Unit pengolahan ini melibatkan reaksi kimia. Proses hidrotreatment, proses reforming katalitik/platforming, proses hidrokraking, Fluid Catalytic Cracking (FCC), Residual Catalytic Cracking (RCC), dll.

3) Recovery Processing

Unit pengolahan ini memulihkan minyak atau bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan primer atau sekunder, serta mengolah air limbah atau gas buang sebelum dibuang ke lingkungan. Sour Water Stripper (SWS), Unit Amine, Unit Pemulihan Belerang (SRU), dan Instalasi Pengolahan Air Limbah.

Evaluasi untuk Minyak Mentah dan Bahan Bakar Minyak

| No. | Parameter | Keterangan | Satuan / Standar | Fungsi / Kegunaan |
|-----|---------------------------------|---|-----------------------------|---|
| 1 | Rentang Didih (Boiling Range) | Rentang temperatur ketika fraksi minyak mulai dan selesai menguap. | °C atau °F | Menentukan jenis fraksi (naphtha, kerosin, diesel). |
| 2 | Titik Didih Sebenarnya (TBP) | Titik didih murni setiap komponen minyak tanpa interaksi antar komponen. | TBP Curve (°C/°F) | Digunakan untuk desain unit kilang (distilasi, cracking). |
| 3 | Faktor Karakterisasi UOP (Kuop) | Parameter untuk mengetahui sifat parafinik/naftenik/aromatik minyak. | Tidak berdimensi | Menentukan kecocokan proses (cracking, reforming). |
| 4 | Distilasi ASTM (D86) | Metode distilasi atmosfer untuk mengetahui kurva distilasi (IBP, 10%, 50%, 90%, FBP). | °C/°F | Kontrol kualitas bensin, kerosin, diesel. |
| 5 | Gravitasi API / SG | API: indeks “ringannya minyak”; SG: rasio densitas minyak terhadap air. | °API; SG (dimensionless) | Mengklasifikasi minyak (ringan/berat); perhitungan massa & yield. |
| 6 | Titik Nyala (Flash Point) | Temperatur terendah ketika uap bahan bakar dapat menyala seketika. | °C/°F (Pensky-Martens, Tag) | Menentukan keamanan penyimpanan dan transportasi. |
| 7 | Tekanan Uap Reid (RVP) | Tekanan uap bensin pada 37,8°C (100°F). | psi atau kPa | Menentukan volatilitas, penting untuk formulasi bensin. |
| 8 | Angka Oktan (Octane Number) | Indeks ketahanan bensin terhadap knocking. | RON, MON, AKI | Menentukan kualitas bensin dan performa mesin. |
| 9 | Titik Tuang (Pour Point) | Temperatur terendah di mana minyak masih dapat mengalir. | °C/°F | Menentukan kinerja bahan bakar/lubricant pada cuaca dingin. |
| 10 | BS&W (Bottom Sediment & Water) | Kandungan air dan endapan dalam minyak. | % volume | Menilai kebersihan dan kualitas minyak mentah/prod. |
| 11 | Angka Cetane (Cetane Number) | Indeks kemudahan solar menyala spontan dalam mesin diesel. | Cetane Number | Kontrol kualitas solar/diesel untuk pembakaran halus. |

Skema Proses CDU

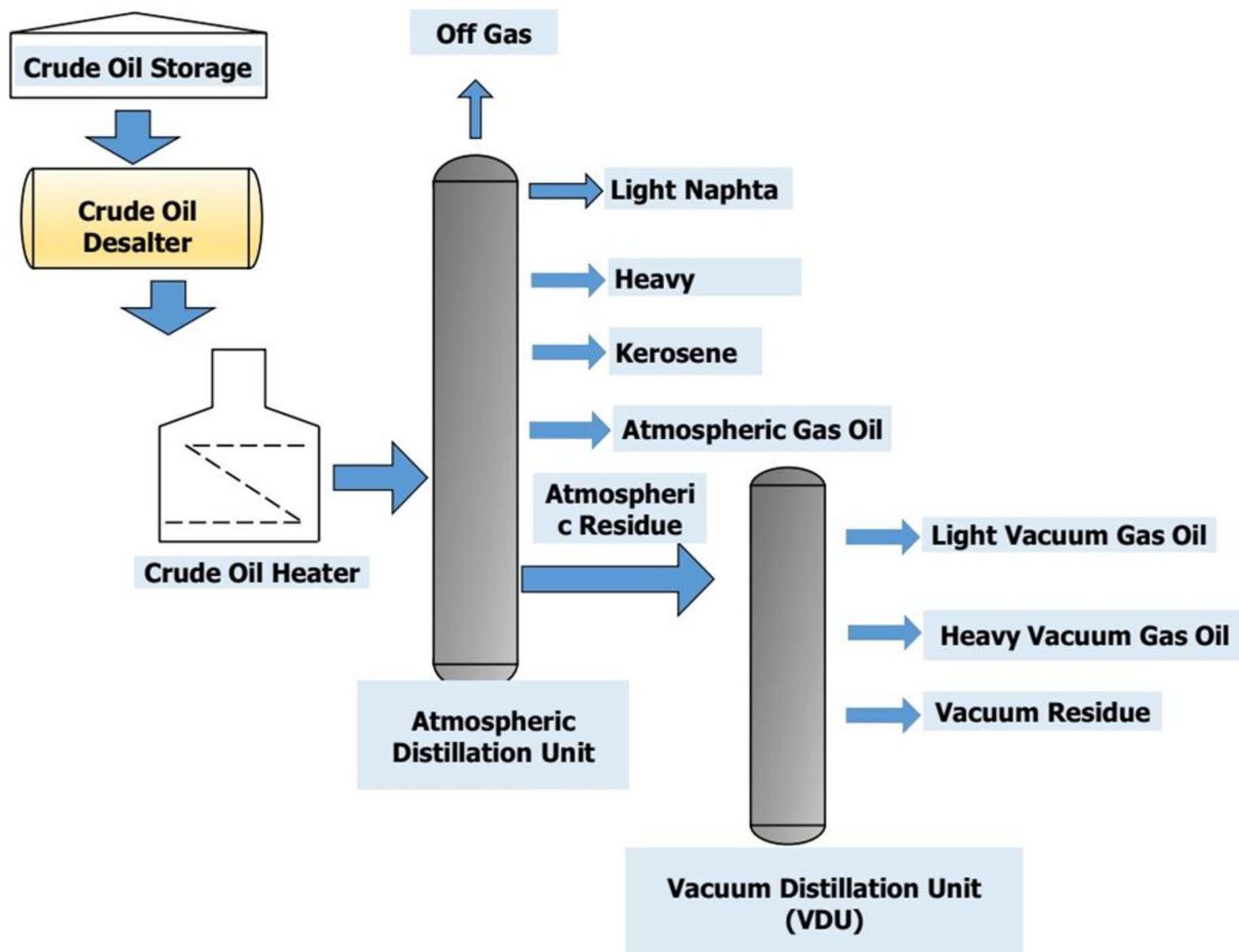


Figure 3: Crude Distillation Plant

1. Crude Oil Storage → Crude Oil Desalter

Minyak mentah disimpan, lalu masuk ke *desalter* untuk menghilangkan garam, air, dan kotoran agar tidak merusak peralatan.

2. Crude Oil Heater

Minyak yang telah dibersihkan kemudian dipanaskan sebelum masuk ke kolom distilasi.

3. Atmospheric Distillation Unit (ADU)

Pada tekanan atmosfer, minyak panas dipisahkan berdasarkan titik didihnya menjadi beberapa fraksi:

- Off gas
- Light naphtha
- Heavy naphtha
- Kerosene
- Atmospheric gas oil
- Atmospheric residue (bagian paling berat)

4. Vacuum Distillation Unit (VDU)

Atmospheric residue kemudian disuling lagi dalam kondisi vakum (tekanan rendah) agar dapat menguap pada suhu lebih rendah. Hasilnya adalah:

- Light vacuum gas oil
- Heavy vacuum gas oil
- Vacuum residue

Intinya: Proses ini memisahkan minyak mentah menjadi berbagai produk berdasarkan perbedaan titik didih, pertama pada tekanan atmosfer kemudian di bawah tekanan vakum untuk fraksi yang lebih berat.

Process Flow Diagram(PFD)

ana untuk Pabrik Pengolahan Minyak Bumi

milihan komponen sangat penting untuk mengoptimalkan kinerja bahan bakar. Bahan bakar dasar seperti bensin straight-run dan solar menjadi dasar, namun seringkali memerlukan peningkatan melalui produk intermediat seperti reformat dan komponen yang dihidrogenasi.

format meningkatkan nilai oktan, sementara komponen yang dihidrogenasi mengurangi kandungan sulfur dan meningkatkan stabilitas. Aditif juga memainkan peran penting, dengan penambah oktan meningkatkan kinerja bensin dan penambah cetane memastikan solar terbakar secara efisien.

milihan dan kombinasi strategis komponen-komponen sangat penting untuk memproduksi bahan bakar yang memenuhi tuntutan tinggi mesin modern.

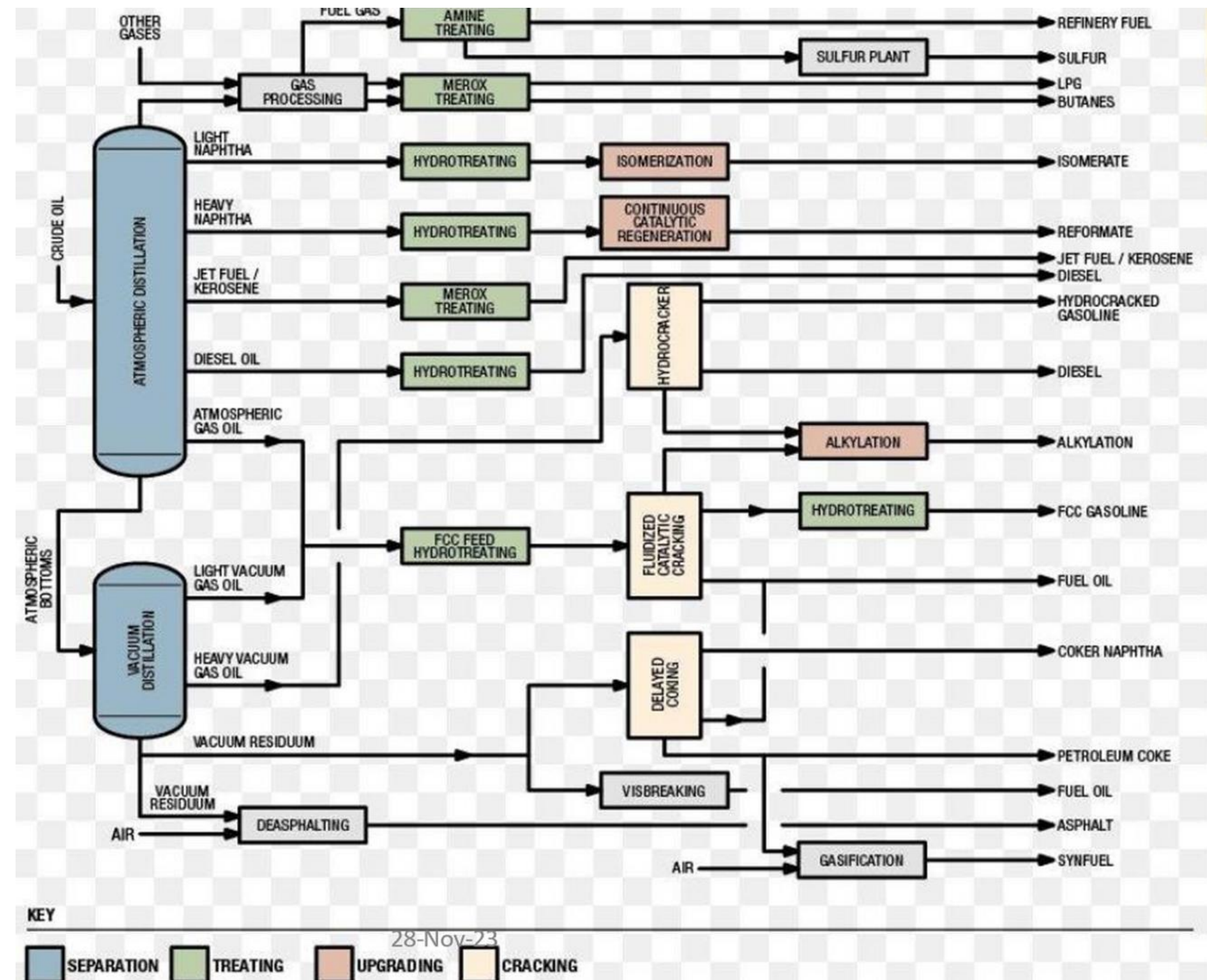
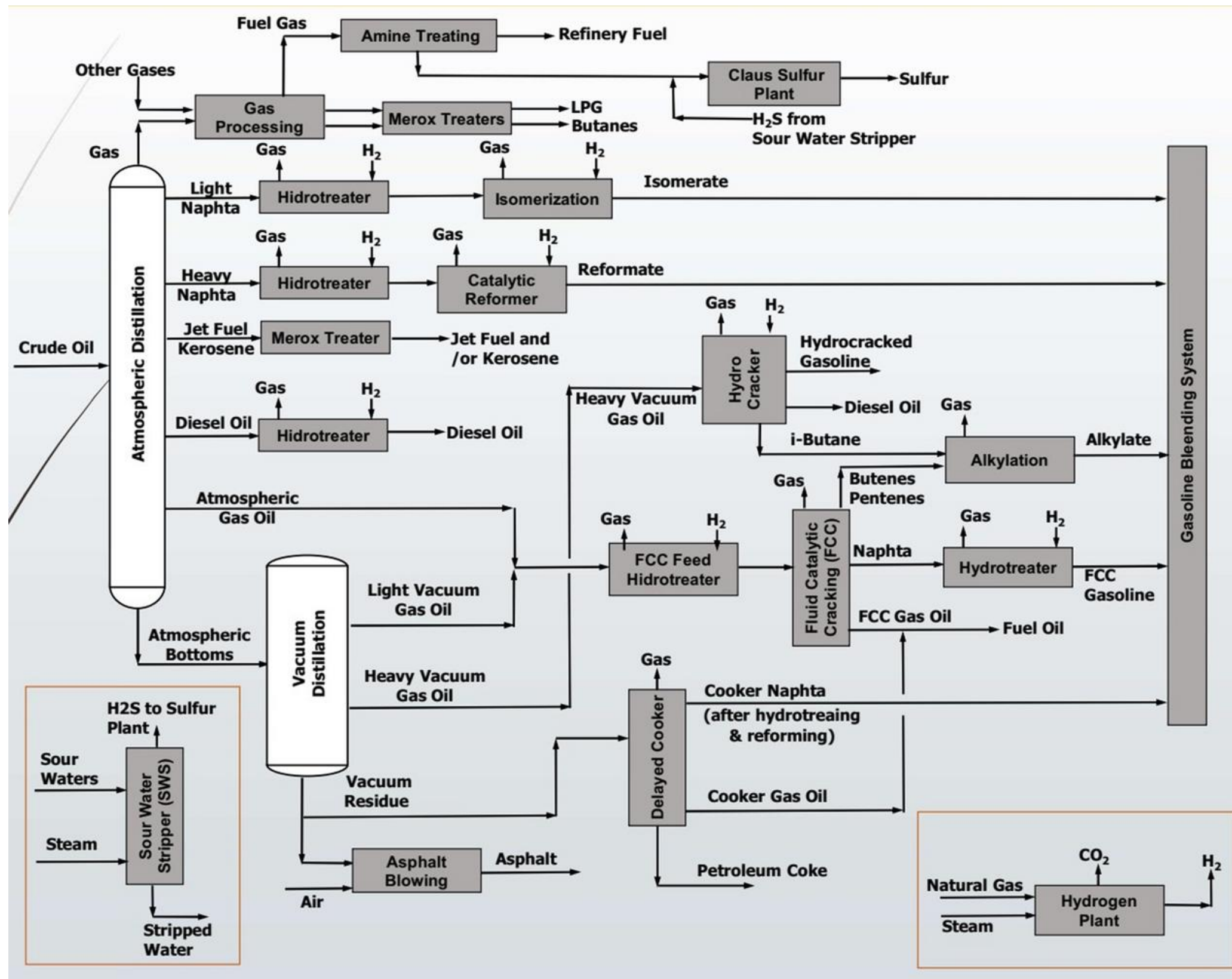


Diagram Alir untuk Pabrik Pengolahan Minyak Bumi Tipe Standar



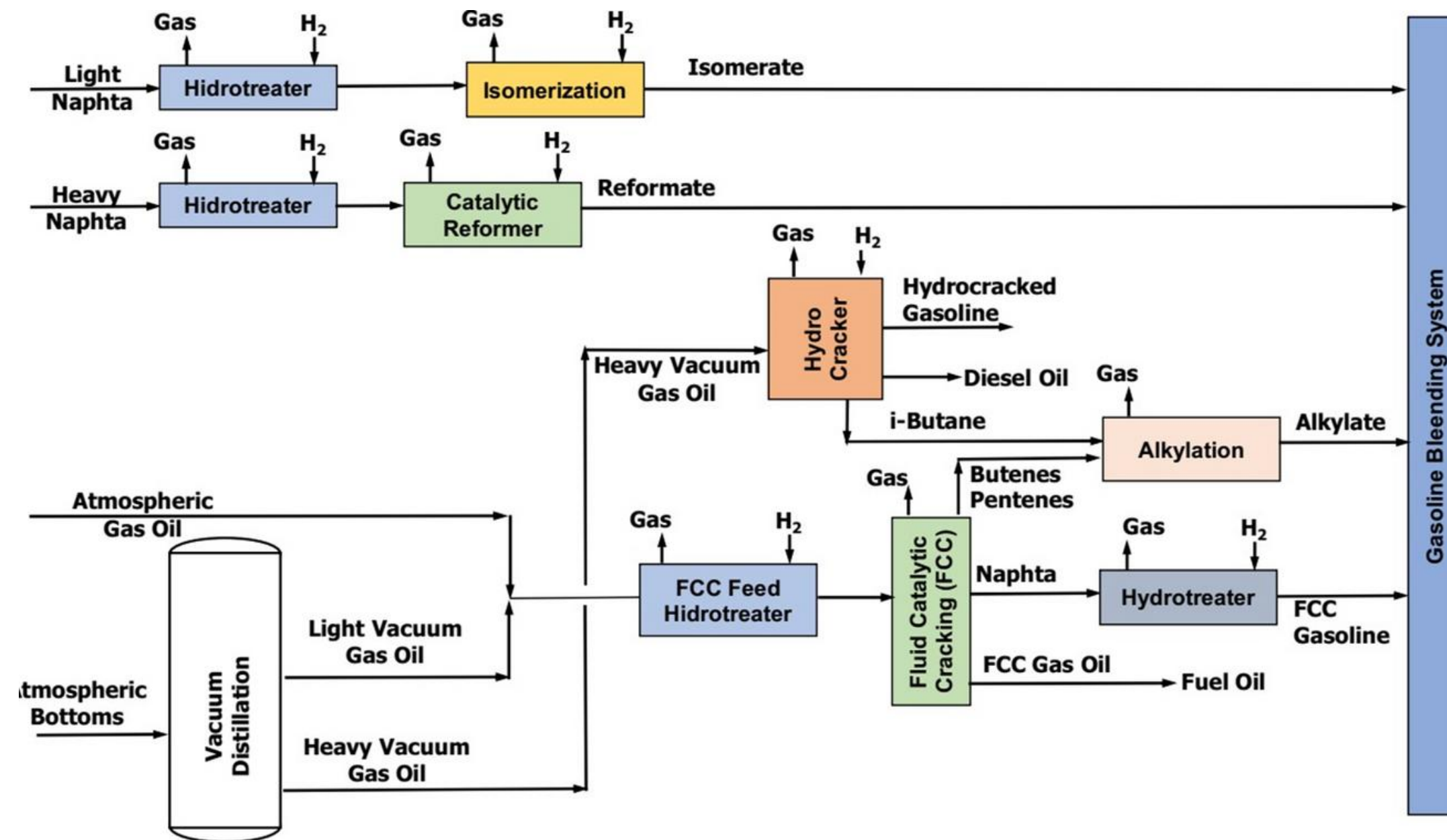
Catatan

- Yield (%) bersifat tipikal; bisa bervariasi tergantung:
 - Karakteristik minyak mentah (API gravity, sulfur)
 - Kondisi operasi kolom & furnace
 - Efisiensi stripping & heat integration
- Tekanan Operasi sebagian besar atmosfer; beberapa unit downstream (reformer, stripper) menggunakan tekanan sedikit lebih tinggi.
- Temperatur Operasi diukur pada inlet/outlet fraksi utama.
- Tipe Kilang Standar ini biasanya Hydroskimming, memiliki CDU + Stripping + Treatment + Reformer.

Kilang Standar – Detail Proses

| Unit / Fraksi | Rentang Titik Didih (°C) | Yield (vol%) | Tekanan Operasi | Temperatur Operasi | Fungsi / Catatan |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|--|
| Desalter | – | – | Atmosfer | 40–80 | Menghilangkan BS&W (air & sedimen), garam & kontaminan |
| Preheat Train | – | – | Atmosfer | 120–260 | Memanaskan crude menggunakan panas produk untuk efisiensi energi |
| Crude Furnace / Heater | – | – | Atmosfer | 320–370 | Memanaskan crude sebelum masuk kolom distilasi |
| LPG (C1–C4) | <30 | 2–4 | Atmosfer | 30–50 (top condenser) | Gas ringan, fuel gas atau LPG recovery |
| Light Naphtha (C5–C6) | 30–90 | 10–15 | Atmosfer | 90–100 (side draw) | Umpan reformer, gasoline blending |
| Heavy Naphtha (C6–C12) | 90–180 | 10–15 | Atmosfer | 150–180 | Umpan reformer untuk meningkatkan oktan |
| Kerosene / Jet Fuel | 180–250 | 15–20 | Atmosfer | 220–240 | Bahan bakar pesawat / heating fuel; melewati kerosene stripper |
| Diesel / LGO | 250–350 | 20–25 | Atmosfer | 300–330 | Bahan bakar diesel, solar; melalui diesel stripper & HDS |
| Heavy Gas Oil (HGO) | 350–380 | 10–15 | Atmosfer | 360–370 | Bisa dijual langsung atau umpan FCC/Hydrocracker |
| Atmospheric Residue (AR) | >380 | 20–25 | Atmosfer | 380–390 | Fraksi berat, fuel oil, atau feed VDU untuk vacuum distillation |
| Reformer (Catalytic Reforming) | 90–180 (naphtha) | 5–10 (gasoline) | 8–30 bar | 480–520 | Meningkatkan oktan naphtha, menghasilkan hydrogen sampingan |

Produksi Bensin



- **Distilasi Vakum:** Proses awal memisahkan minyak mentah menjadi komponen yang lebih ringan (gas oil) dan lebih berat (bottoms).
- **Hidrotreater:** Unit-unit ini menggunakan hidrogen untuk menghilangkan kotoran seperti sulfur dari nafta dan umpan FCC (Fluid Catalytic Cracking).
- **Konversi:** Proses seperti Hydro Cracker dan Fluid Catalytic Cracking (FCC) memecah molekul hidrokarbon yang lebih besar menjadi produk yang lebih bernilai seperti bensin dan solar.
- **Pencampuran (Blending):** Produk akhir seperti Isomerate, Reformate, Alkylate, dan berbagai komponen bensin lainnya dicampur dalam Sistem Pencampuran Bensin (Gasoline Blending System) untuk memenuhi spesifikasi kualitas bahan bakar.
- **Produk Akhir:** Proses ini menghasilkan berbagai bahan bakar transportasi penting, termasuk bensin, solar, dan bahan bakar minyak.

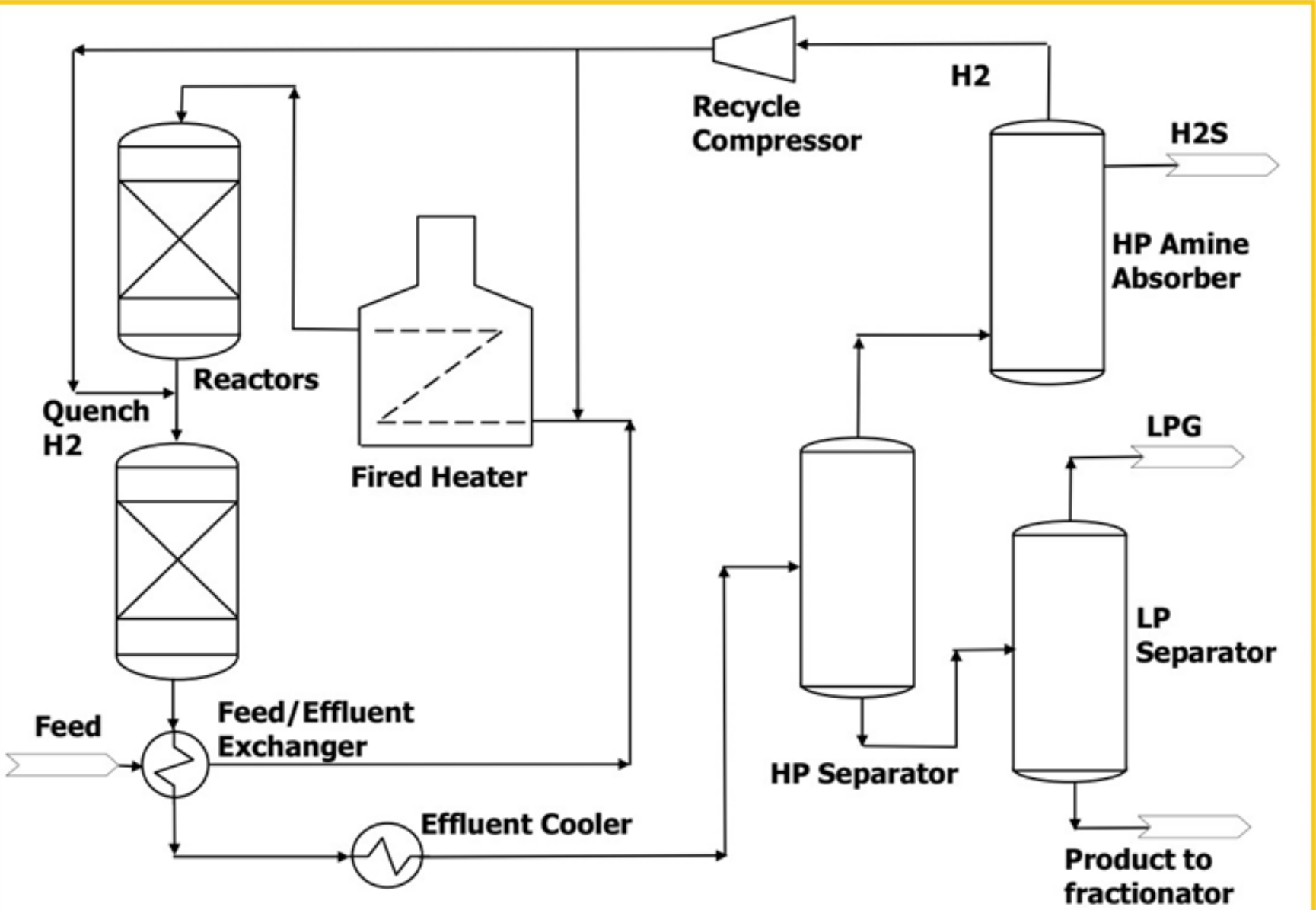
Ringkasan Pengolahan Sekunder

1. Reformer Katalitik
2. Isomerisasi
3. Konversi Hidrogen
4. Proses FCC
5. Alkilasi
6. Perawatan Merox



1. Hidrokonversi

- Semua proses yang berbeda di mana hidrokarbon bereaksi dengan hidrogen
- **Hydrotreating** digunakan untuk menggambarkan **proses penghilangan sulfur, nitrogen, dan kontaminan logam** dalam bahan baku oleh hidrogen dalam kehadiran katalis.
- **Hydrocracking** adalah **proses pemecahan katalitik bahan baku menjadi produk dengan titik didih yang lebih rendah** dengan bereaksi dengan hidrogen.



| Feedstock | Products | Type of process | Impurities removal |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------|
| Naphtha | Reformer feed | Hydrotreating | S |
| | LPG | Hydrocracking | |
| Atmospheric gas oil | Diesel | Hydrotreating | S, aromatics |
| | Jet fuel | Mild hydrocracking | S, aromatics |
| Vacuum gas oil | Naphtha | Hydrocracking | |
| | Low sulphur fuel oil (LSFO) | Hydrotreating | S |
| | FCC feed | Hydrotreating | S, N, metals |
| | Diesel | Hydrotreating, Hydrocracking | S, aromatics |
| | Kerosene/Jet | Hydrotreating | S, aromatics |
| | Naphtha | Hydrotreating | S, aromatics |
| | Lube oil | Hydrotreating | S, N, aromatics |
| Residuum | LSFO | Hydrotreating | S |
| | FCC feedstock | Hydrotreating | S, N, CCR and metals |
| | Coker feedstock | Hydrotreating | S, CCR, metals |
| | Diesel | Hydrocracking | |

Penghapusan Karbon Conradson (CCR)

2. Katalitik Reformer

Katalitik reformer (catalytic reformer) :

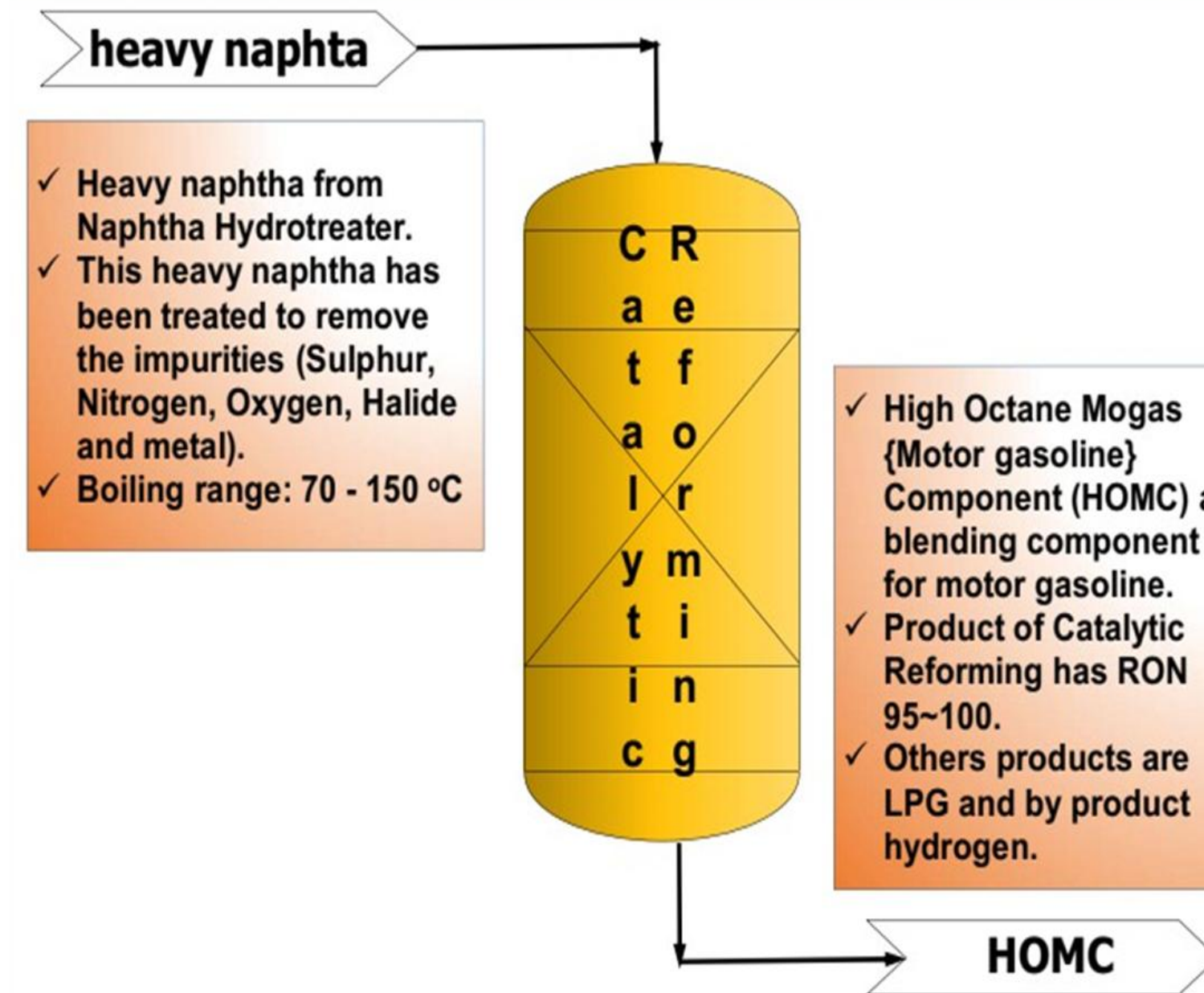
Salah satu unit proses penting dalam kilang minyak yang berfungsi untuk meningkatkan nilai oktan bensin (gasoline) dengan cara mengubah struktur hidrokarbon melalui reaksi kimia berbantuan katalis. Proses ini terutama mengubah *naphtha* menjadi komponen bensin beroktan tinggi serta menghasilkan hidrogen sebagai produk samping.

Tujuan:

- Meningkatkan nilai oktan**
Hidrokarbon parafin dan naften dalam naphtha diubah menjadi aromatik dan iso-parafin, yang punya angka oktan jauh lebih tinggi.
- Menghasilkan hidrogen**
Hidrogen ini digunakan kembali dalam unit lain, seperti *hydrocracking* dan *hydrotreating*.
- Memaksimalkan produksi aromatik**
Seperti benzena, toluena, dan xilena (BTX), yang penting untuk industri petrokimia.

Reaksi yang Terjadi:

- Dehidrogenasi naften → aromatik**
Contoh: sikloheksana → benzena + H₂
(Reaksi ini meningkatkan oktan secara signifikan)
- Isomerisasi parafin**
Parafin lurus diubah menjadi iso-parafin beroktan lebih tinggi.
- Dehidrosiklisasi parafin → aromatik**
- Hidrokraking ringan**
Memecah molekul besar menjadi lebih kecil; tidak diinginkan berlebihan karena menurunkan yield bensin.



Teknik Proses:

1. Persiapan Umpan (Feed Preparation)

Sebelum masuk ke unit reforming, bahan baku naphtha harus **dihydrotreating** terlebih dahulu untuk:

- Menghilangkan sulfur, nitrogen, oksigen, logam.
- Menghindari keracunan katalis Pt/Re dalam reformer.
- Menyesuaikan kandungan aromatik dan naften yang optimal.

Tahapan ini menghasilkan **hydrotreated naphtha** yang sudah "bersih".

2. Pemanasan Awal (Feed Heating)

Naphtha bersih dipanaskan menggunakan:

- **Feed/Effluent exchanger** (penukar panas dengan produk reformer),
- Dilanjutkan **furnace (heater)** untuk mencapai suhu **480–520°C**.

Pemanasan penting karena reaksi reforming sangat endothermis (menyerap panas).

Biasanya: **Platinum (Pt)**, **Platinum-Rhenium (Pt-Re)**, **Pt-Sn** pada alumina

3. Reaksi dalam Reaktor (Reactor Section)

Terdapat **3–4 reaktor fixed-bed** secara seri (SR) atau **stacked radial reactors (CCR)**.

Gas **hidrogen** ditambahkan (H_2 recycle) untuk: Menekan pembentukan kokas, Melindungi katalis, Mengontrol rasio H_2 /hydrocarbon.

Reaksi-reaksi utama yang terjadi:

a. Dehidrogenasi Naften → Aromatik

Sikloheksana → Benzena + H_2

Reaksi endothermis kuat → meningkatkan oktan.

b. Isomerisasi Parafin

n-Pentana → iso-Pentana

Meningkatkan angka oktan.

c. Dehidrosiklisasi Parafin → Aromatik

Heptana → Toluena + H_2

Kontributor utama pembentukan aromatik.

d. Hidrokraking ringan (tidak diinginkan berlebihan)

Menghasilkan gas C_1 – C_4 .

Katalis

Biasanya: **Platinum (Pt)**, **Platinum-Rhenium (Pt-Re)**, **Pt-Sn** pada alumina

4. Penambahan Panas Reaktor

Karena reaksi reforming menyerap panas, suhu produk dari setiap reaktor turun. Oleh karena itu, **furnace interheater** (heater antara reaktor) memanaskan kembali umpan sebelum masuk reaktor berikutnya. Tujuan: menjaga suhu tetap tinggi agar reaksi aromatisasi berjalan optimal.

5. Pendinginan dan Pemisahan (Cooling & Separation)

Produk akhir reaktor (reaktor effluent) didinginkan melalui:

- Heat exchanger,
- Air cooler,
- Water cooler.

Selanjutnya masuk ke **separator tekanan tinggi (HPS – High Pressure Separator)** untuk memisahkan:

a. Fase gas

- Hidrogen → direcycle ke reaktor
- Sisa gas ringan (C1–C4)

b. Fase cair

- **Reformate** (produk bernilai tinggi untuk bensin atau bahan baku aromatik).

6. Fraksinasi

Produk cair dimasukkan ke **stabilizer column** untuk:

- Memisahkan gas ringan,
- Menghasilkan **reformate stabil (stabilized reformate)**.

Reformate ini memiliki:

- RON tinggi (80–102),
- Kandungan aromatik tinggi (benzena, toluena, xilena),
- Digunakan untuk blending bensin atau bahan petrokimia.

7. Regenerasi Katalis

Teknik SR vs CCR:

Regenerasi Katalis

Reformer Katalitik Semi-Regeneratif (SR / Semi-Regenerative Reformer)

SR adalah konfigurasi catalytic reforming di mana **katalis digunakan terus-menerus selama beberapa bulan hingga beberapa tahun**, kemudian **unit dihentikan (shutdown)** untuk melakukan regenerasi katalis secara keseluruhan.

Ciri-ciri Utama

- **Regenerasi katalis tidak dilakukan selama unit berjalan.**
- Ketika aktivitas katalis menurun, tekanan operasi perlu dinaikkan untuk mempertahankan performa.
- Setelah tekanan operasional mencapai batas tertentu, unit harus **shutdown** untuk regenerasi katalis.
- Umumnya memiliki **3–4 reaktor fixed-bed**.

Kondisi Operasi

- Tekanan: lebih tinggi dibanding CCR (15–35 bar) untuk memperlambat deaktivasi katalis.
- Suhu: naik seiring menurunnya katalis.
- Hidrogen yang dihasilkan lebih sedikit dibanding CCR.

Kelebihan

- Desain lebih sederhana.
- Biaya investasi (CAPEX) lebih rendah.
- Cocok untuk kapasitas kecil–menengah.

Kekurangan

- Perlu **shutdown berkala**, mengurangi keandalan produksi.
- Nilai oktan reformate tidak setinggi CCR.
- Konsumsi energi lebih besar karena beroperasi pada tekanan tinggi.

Reformer Katalitik Berkelanjutan (CCR / Continuous Catalyst Regeneration)

CCR adalah sistem catalytic reforming modern yang memungkinkan **regenerasi katalis dilakukan secara terus menerus** tanpa menghentikan operasi unit. Katalis bergerak turun secara gravitasi ke reaktor-reaktor, lalu masuk ke **regenerator** sebelum dikembalikan lagi.

Ciri-ciri Utama

- **Regenerasi katalis berlangsung selama operasi**, tidak perlu shutdown.
- Dapat beroperasi pada tekanan sangat rendah (hingga 3–10 bar) karena katalis selalu segar.
- Menggunakan konfigurasi reaktor **stacked radially-flow** serta sistem pengangkutan katalis.

Kondisi Operasi

- Tekanan rendah → meningkatkan pembentukan aromatik.
- Suhu dapat dijaga lebih stabil.
- Produksi hidrogen lebih tinggi.

Kelebihan

- Tidak perlu shutdown untuk regenerasi → **keandalan tinggi**.
- Dapat menghasilkan **reformate beroktan sangat tinggi (RON 95–102)**.
- Produksi hidrogen lebih besar.
- Konsumsi energi lebih rendah (tekanan rendah).

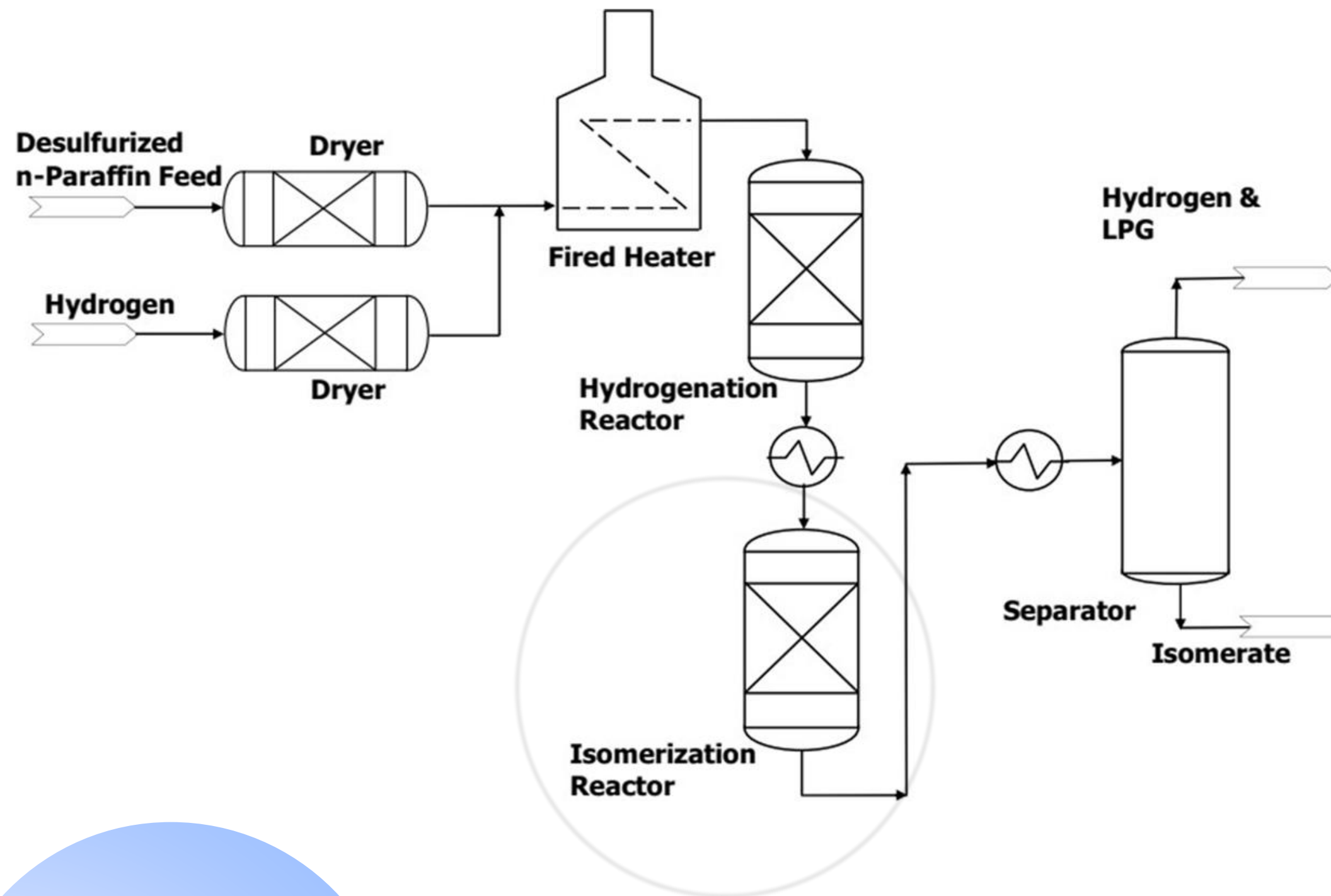
Kekurangan

- Biaya investasi paling tinggi.
- Sistem mekanis dan kontrol lebih kompleks.

Proses Reformer Naphta

| No | Process name | Licensur | Process type and key features | Installations |
|----|-----------------------|--------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | Platforming | UOP | Semi regenerative and continuous reforming; Cycle Max regenerator; product recovery system | Over 800 units with 8 million b/d |
| 2 | Octanizing; Aromizing | Axens | Semi regenerative and continuous reforming; dual forming for conventional process revamp | Over 100 licensed units |
| 3 | Houdriforming | Houdry Div. Air Products | Semiregenerative; high-octane gasoline and aromatics | 0.3 million b/d |
| 4 | Magnaforming | Engelhard | Semiregenerative or semicyclic | 1.8 million b/d |
| 5 | Powerforming | ExxonMobil | Semiregenerative or cyclic | 1.4 million b/d |
| 6 | Rheniforming | Chevron | Semiregenerative; low-pressure operation | 1 million b/d |
| 7 | Ultraforming | Amoco | Semiregenerative or cyclic | 0.5 million b/d |
| 8 | Zeoforming | SEC Zeosit | Semiregenerative; zeolite-based catalyst | Few small units |

3. Isomerisasi



- **Tujuan Proses:**

Mengubah naphtha beroktan rendah menjadi reformat beroktan tinggi untuk pencampuran bensin dan/atau menyediakan aromatik (benzena, toluena, dan xilena) untuk pabrik petrokimia. Proses reforming juga menghasilkan hidrogen berkemurnian tinggi untuk proses hidrotreatment.

- **Teknik Proses:**

Reaksi reforming terjadi di lapisan katalis tetap yang dipromosikan klorida; atau di lapisan regenerasi katalis kontinu (CCR) di mana katalis dipindahkan dari satu tahap ke tahap lain melalui regenerator katalis dan kembali lagi.

4. Proses FCC - (Fluid Catalytic Cracking)

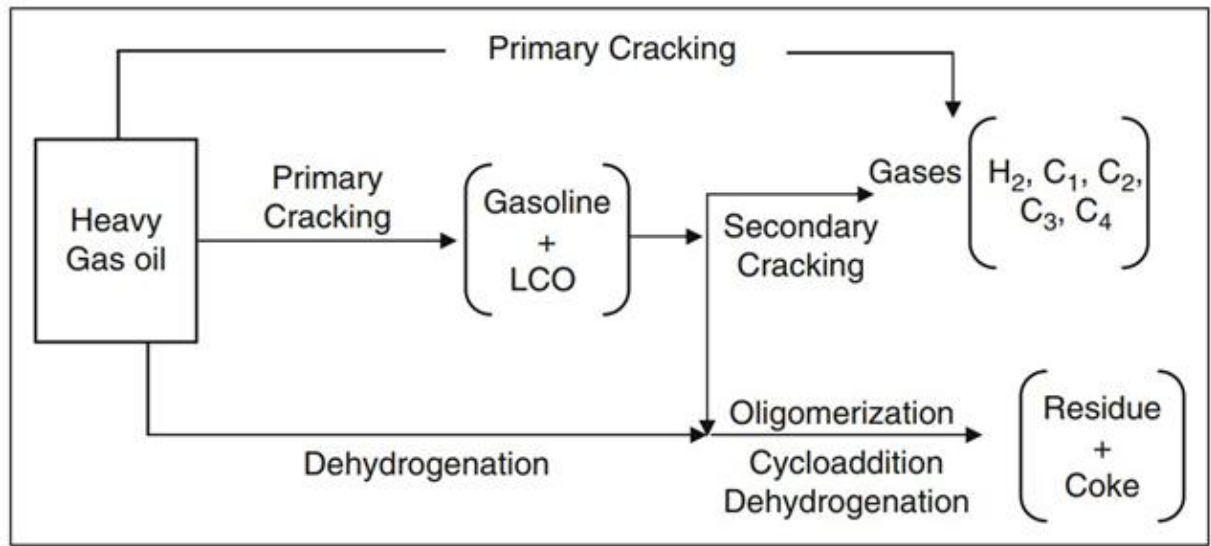


Figure 8.3 FCC reactions network

Tujuan Proses:

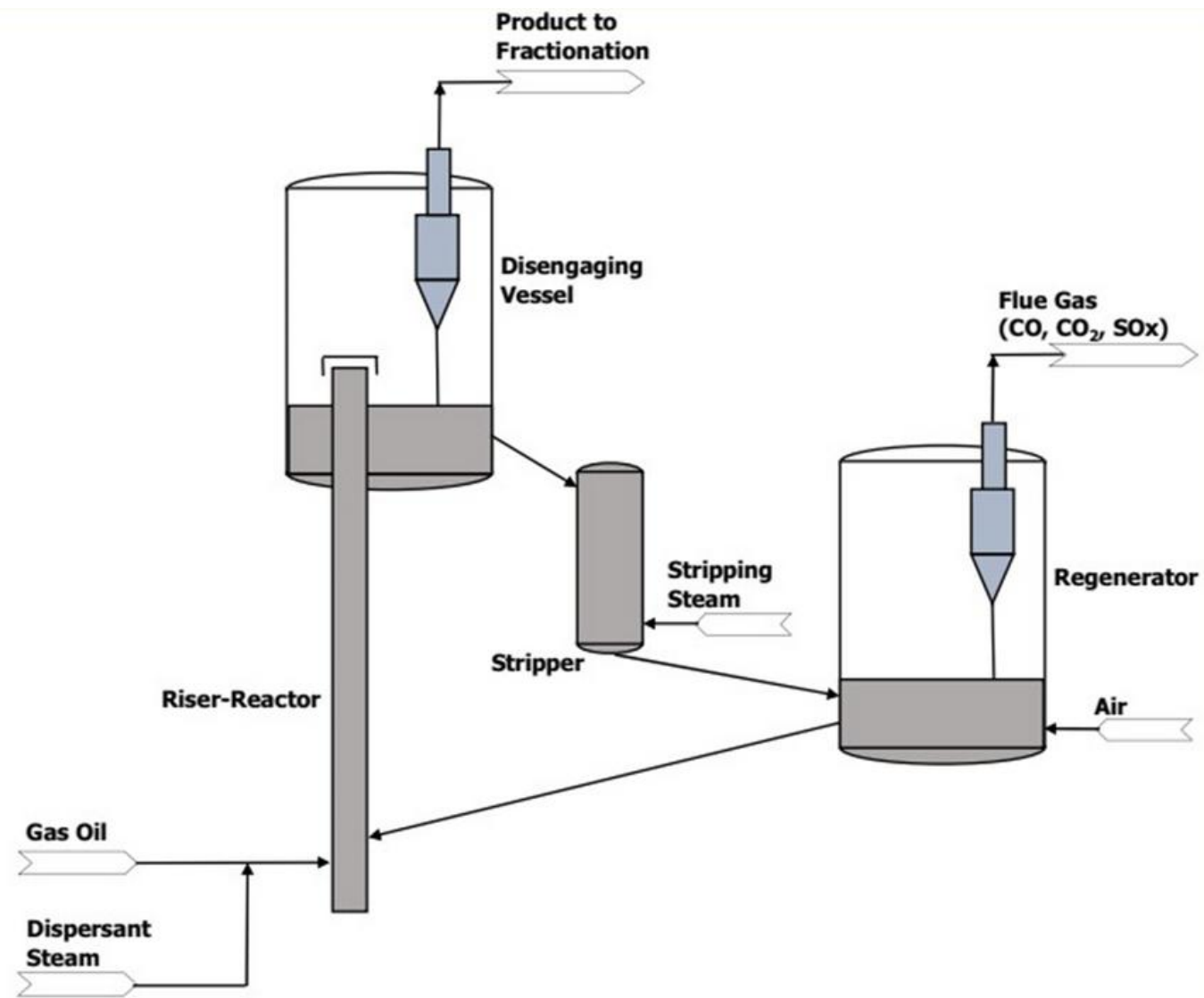
Mengonversi fraksi minyak berat (vacuum gas oil atau residu ringan) menjadi produk yang lebih bernilai seperti *gasoline*, *LPG* (*propana-butana*), *olefin ringan*, dan *LCO* (*Light Cycle Oil*). FCC bekerja dengan katalis padat berbentuk serbuk halus (fluidized catalyst) dan beroperasi pada suhu tinggi.

Teknik Proses:

Pecahan katalitik meningkatkan rasio H/C melalui penolakan karbon dalam proses kontinu.

Langkah-langkah proses:

1. Minyak gas bahan baku disebarkan ke bagian bawah riser menggunakan uap
2. Pemecahan termal terjadi di permukaan katalis Drum pemisahan memisahkan katalis bekas dari uap produk
3. Uap menghilangkan hidrokarbon sisa dari katalis bekas
4. Udara membakar lapisan karbon dari katalis dalam mode operasi “pembakaran sebagian” atau “pembakaran penuh”
5. Katalis yang diregenerasi masuk ke bagian bawah riser-reaktor



| Product | Yield, wt% of feed | Disposition |
|------------------|--------------------|---|
| Light Ends | 16.5 ~ 22 | LPG, Alkyl |
| Naphtha | 44 ~ 56 | Naphtha Hydrotreating |
| Light Cycle Oil | 13 ~ 20 | Distillate Hydrotreating |
| Medium Cycle Oil | 10 ~ 26 | Hydrocracking |
| Slurry Oil | 4 ~ 12 | Heavy fuel oil; carbon black processing |
| Coke | 5 ~ 6 | Flue gas to CO boiler |

5. Alkilasi

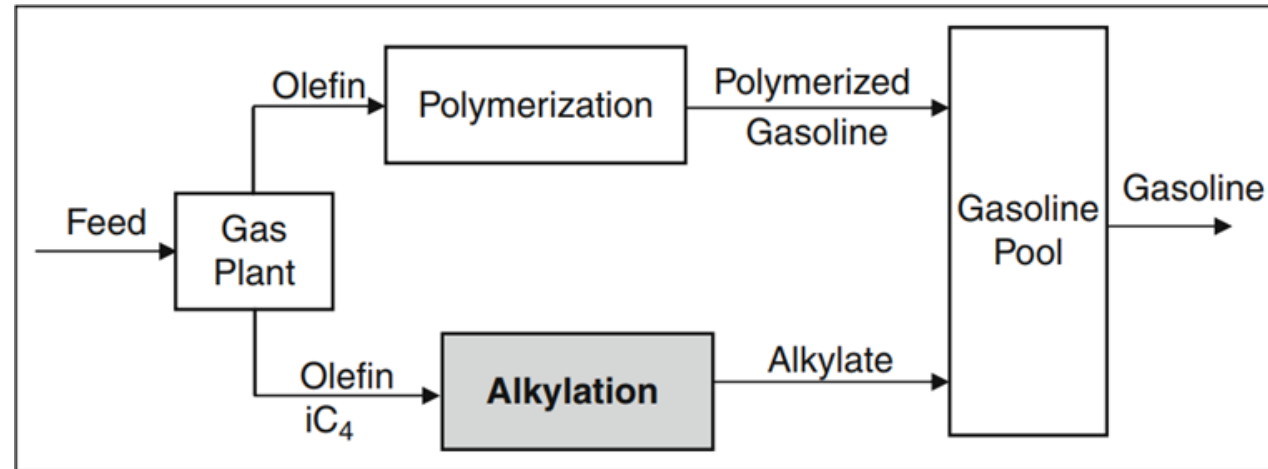


Figure 10.1 Role of alkylation and polymerization units in the refinery

- **Tujuan Proses:**

Menggabungkan olefin ringan (propilen dan butilen) dengan isobutan untuk membentuk bensin beroktan tinggi (alkilat).

- **Teknik Proses:**

Alkilasi terjadi dalam kehadiran katalis yang sangat asam (asam fluorida atau asam sulfat).

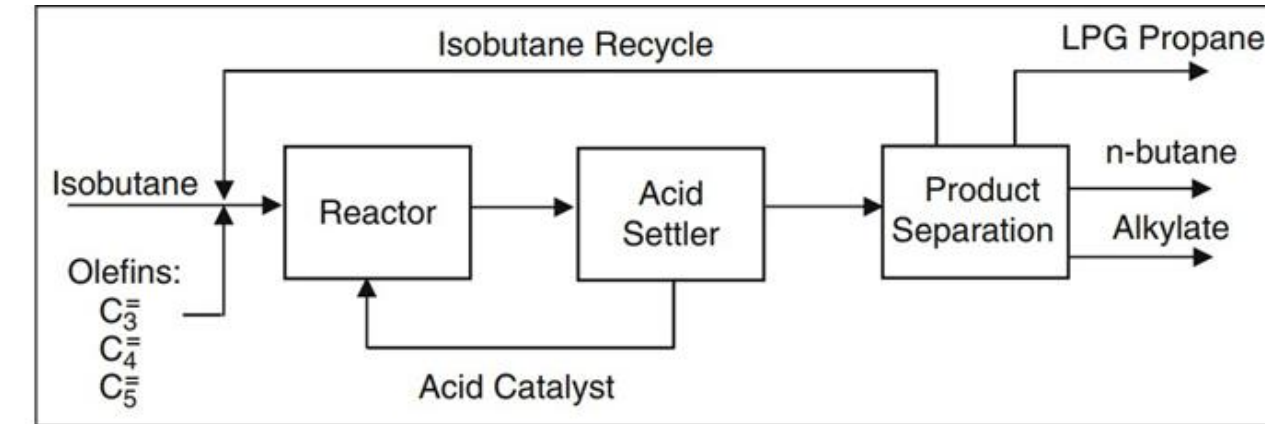
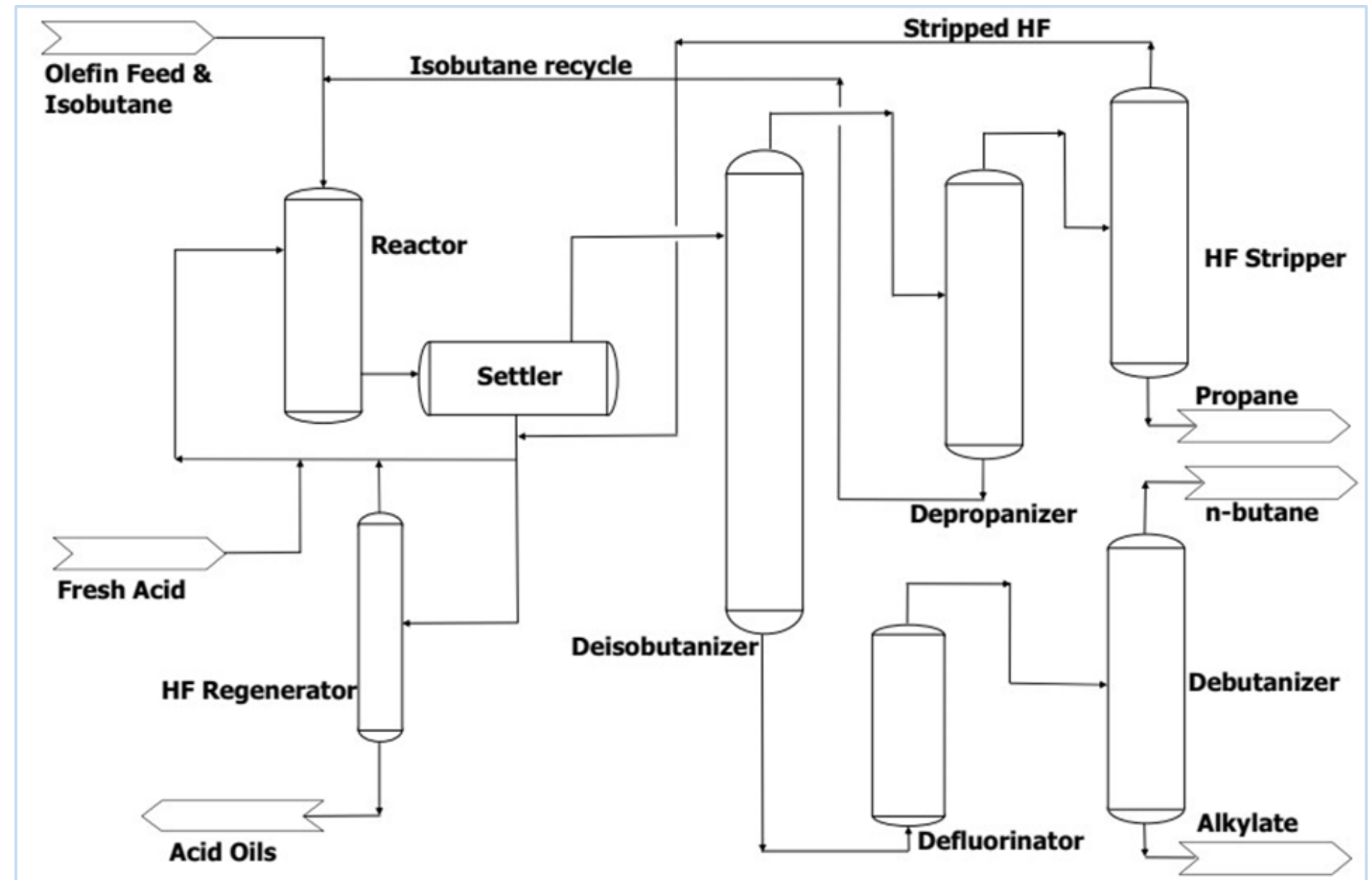


Figure 10.2 Block diagram of alkylation process



6. Merox Treatment

- Tujuan Proses:

Merox sering digunakan untuk mengolah produk seperti gas petroleum cair, naphtha, bensin, minyak tanah, bahan bakar jet, dan minyak pelumas.

- Teknik Proses:

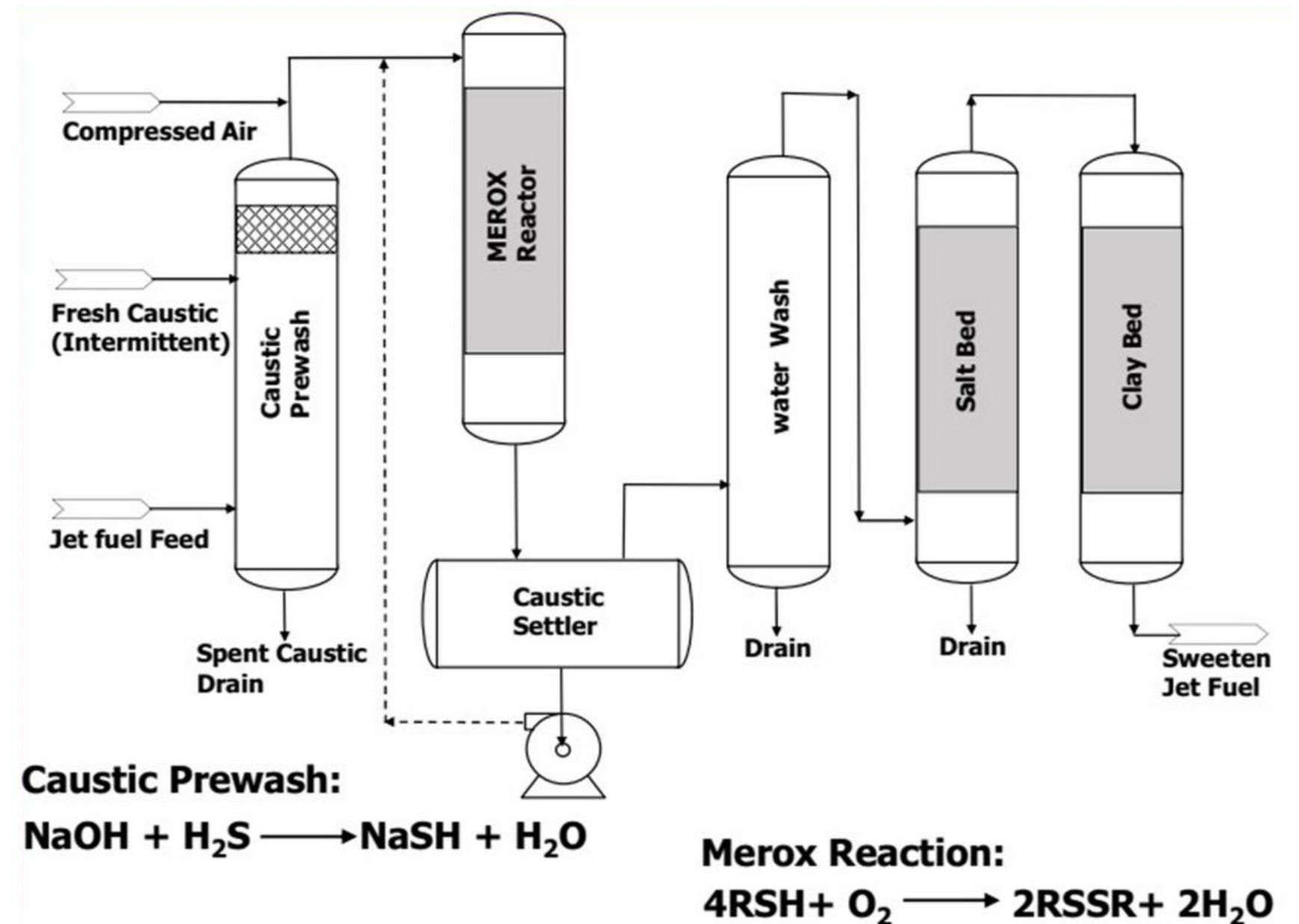
Merox adalah proses untuk mengekstraksi dan/atau mengubah sulfur merkaptan menjadi disulfida.

- Proses Merox:

Proses Merox berfungsi untuk:

- ✓ Menghilangkan H_2S dan merkaptan
- ✓ Mengurangi korosivitas
- ✓ Menghilangkan bau tidak sedap
- ✓ Memenuhi spesifikasi bahan bakar penerbangan

Sehingga jet fuel menjadi aman, stabil, dan sesuai standar internasional.



Merox Treatment

1. Caustic Prewash (Pencucian Kaustik)

Jet fuel pertama-tama dicuci dengan larutan NaOH (kaustik) untuk menghilangkan H₂S.

Reaksinya: $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NaSH} + \text{H}_2\text{O}$

NaSH yang kemudian dibuang sebagai *spent caustic drain*

2. Merox Reactor

Jet fuel selanjutnya masuk ke reaktor Merox bersama:

- Compressed air
- Katalis Merox (biasanya berbasis kobalt)

Tujuannya adalah mengoksidasi merkaptan (RSH) menjadi disulfida (RSSR) yang tidak berbau dan tidak korosif.

Reaksi Merox: $4\text{RSH} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{RSSR} + 2\text{H}_2\text{O}$

3. Caustic Settler

Campuran fuel dan larutan kaustik dipisahkan:

- Fase kaustik kembali direcycle atau dibuang
- Jet fuel yang sudah di-"sweeten" (dikurangi bau/korosif) diteruskan ke tahap pencucian air.

4. Water Wash (Pencucian Air)

Jet fuel dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa kaustik atau garam. Air buangan dibuang melalui saluran *drain*.

5. Salt Bed

Fuel melewati *salt dryer bed* untuk menyerap sisa air (dehidrasi). Biasanya berisi garam anhidrat.

6. Clay Bed

Tahap pemolesan terakhir menggunakan **clay filter** untuk:

- Menghilangkan warna yang tidak diinginkan
- Menghilangkan trace contaminants
- Menstabilkan produk

Hasil akhirnya adalah **Sweetened Jet Fuel**, yaitu jet fuel yang telah dihilangkan kandungan merkaptan dan H₂S-nya.

Deskripsi Desalinasi

- Desalter dengan desain ini mampu menghilangkan 90% garam. Namun, penghilangan garam hingga 99% dapat dicapai dengan desalter dua tahap, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.
- Tahap kedua juga sangat penting karena pemeliharaan desalter memerlukan waktu yang cukup lama untuk membersihkan kotoran dan endapan yang mengendap di bagian bawah. Oleh karena itu, unit mentah dapat dioperasikan dengan desalter satu tahap sementara yang lain dibersihkan.

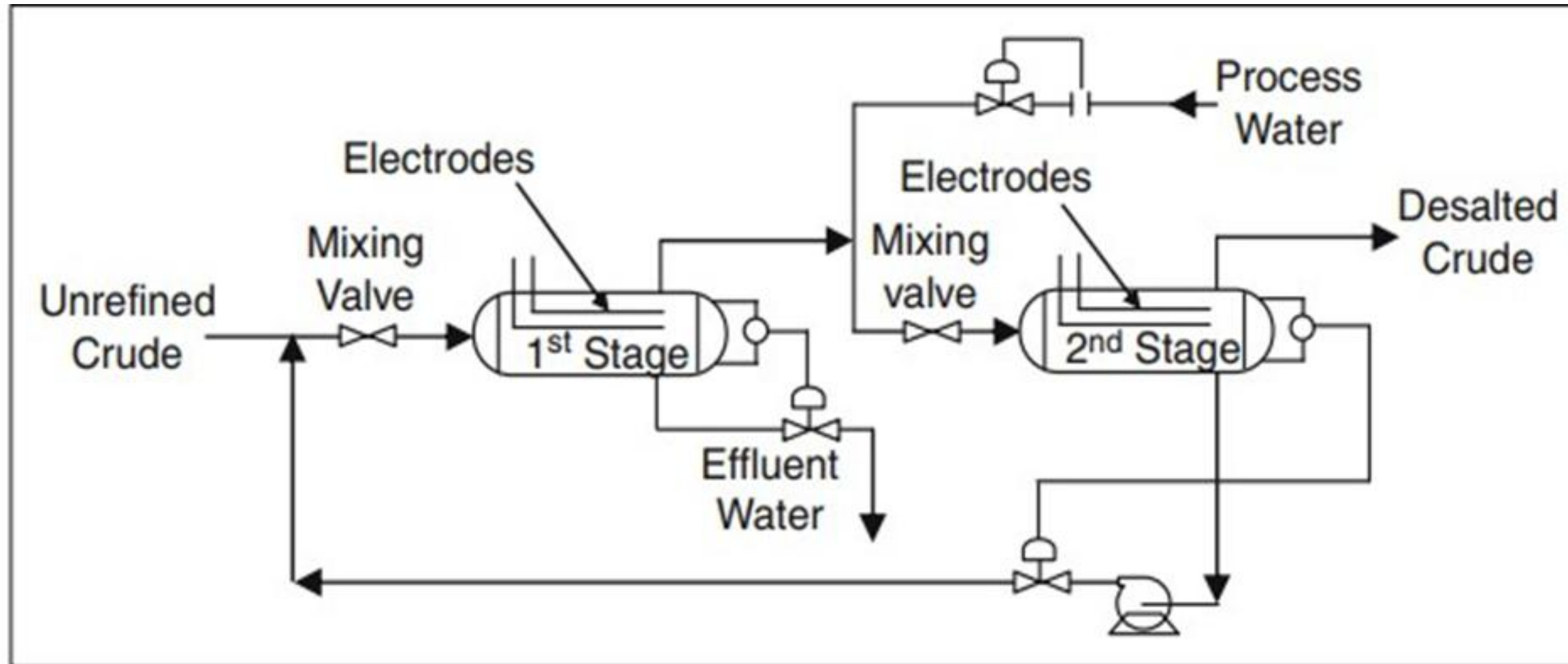
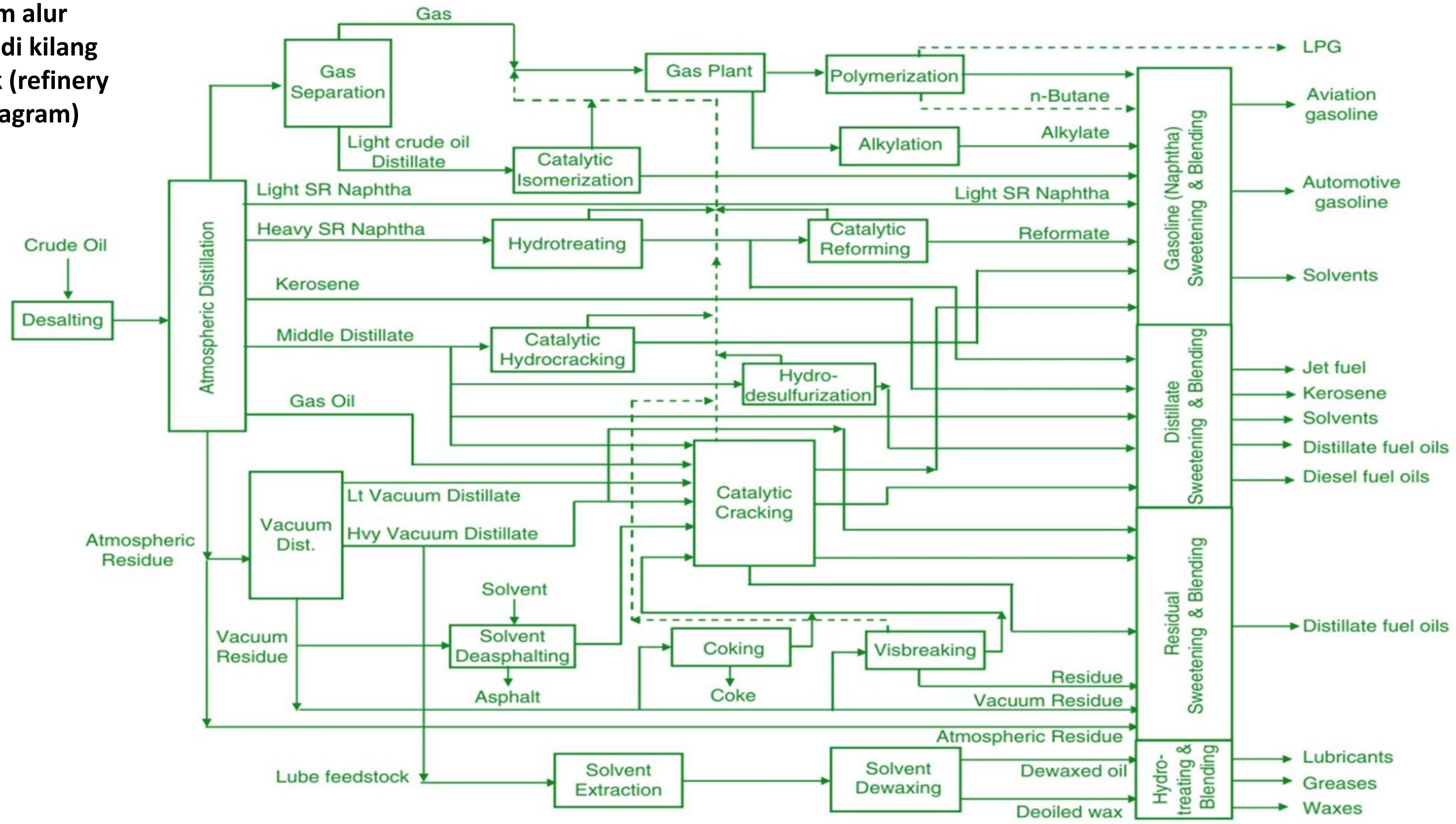


Figure 4.4 Two-stage desalting

Contoh Feed dan Produk Pengolahan Sekunder

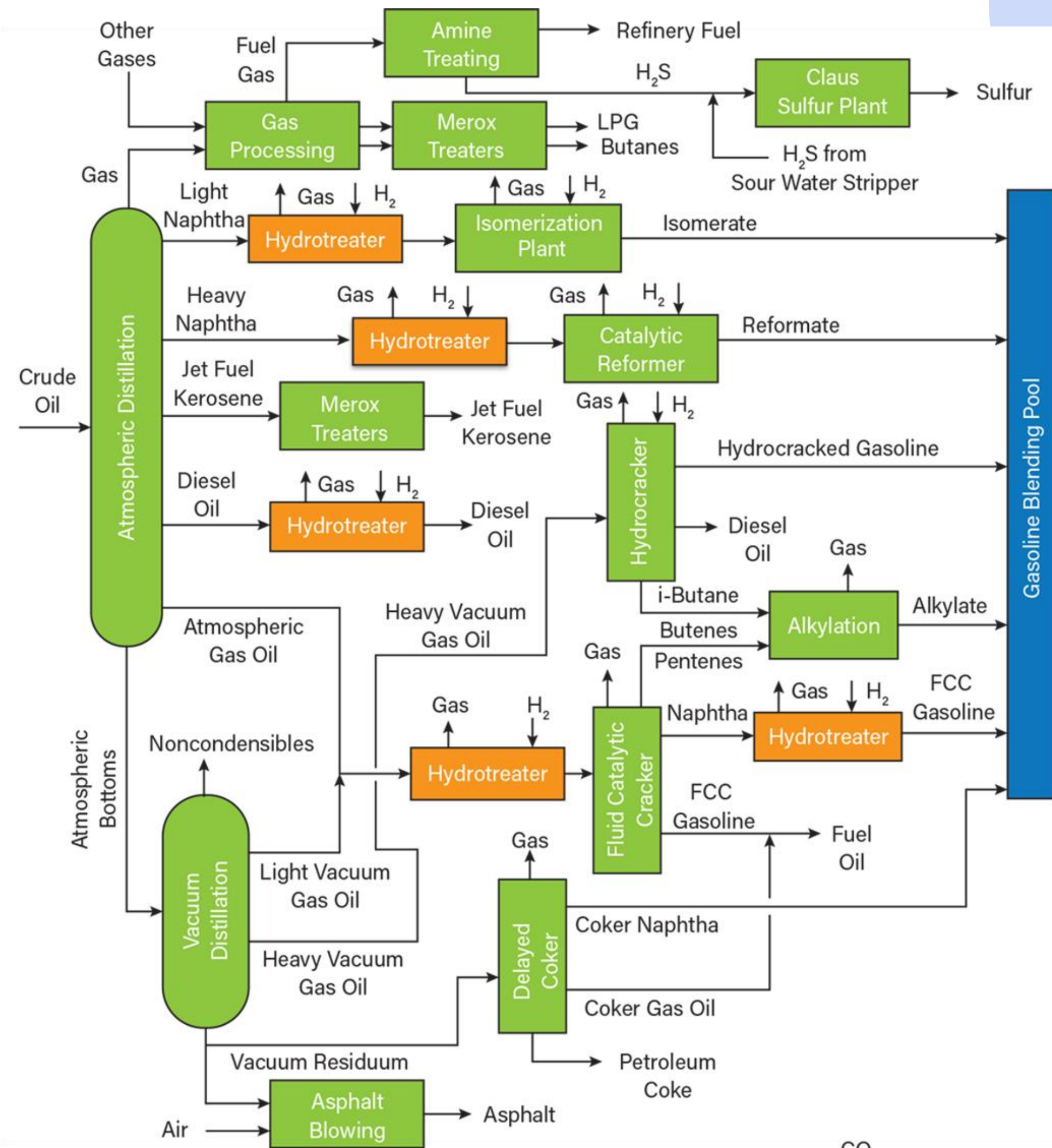
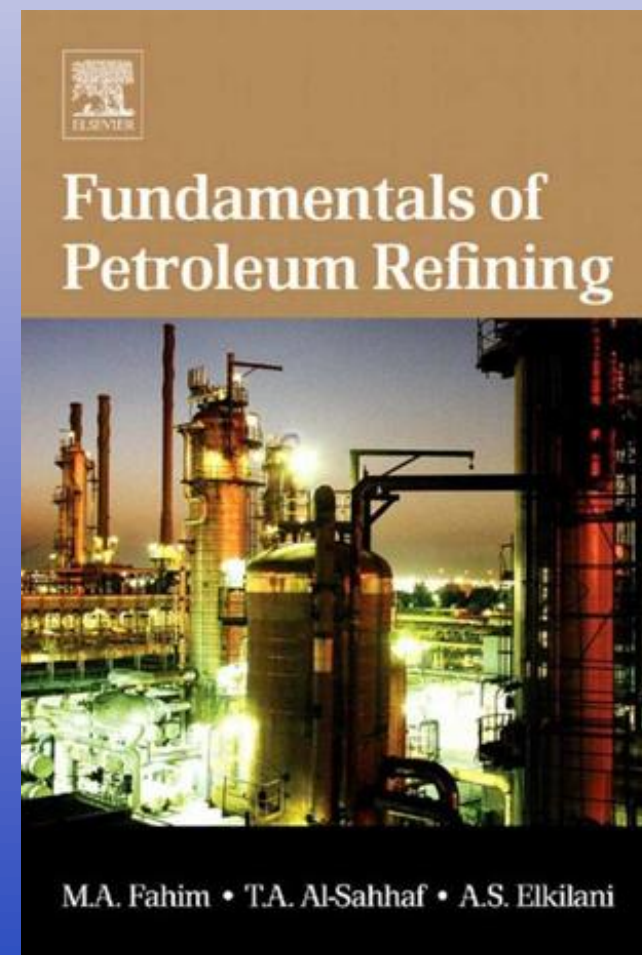
| No | Processing Unit | Feed | Product |
|----|--------------------------|---|---|
| 1 | Naphtha Hydrotreater | straight run naphtha and cracked naphtha | sweet naphtha (max. Sulphur and N ₂ content of 0.5 ppm wt and max. metal content of 2 ppm wt). |
| 2 | Catalytic Reforming Unit | sweet naphtha from Naphtha Hydrotreater | HOMC (High Octane Mogas Component, LPG, gas H ₂) |
| 3 | Fluid Catalytic Cracking | heavy gas oil | gasoline and diesel |
| 4 | Delayed Coking | hydrocarbon long chain | Gas, LPG, gasoline (cracked naphtha), gas oil (cracked diesel), and residue/coke |
| 5 | Isomerization | low-octane n-paraffins | high-octane iso-paraffins |
| 6 | Hydrocracking | low value gas oils | naphtha, middle distillates, and ultra-clean lube base stocks |
| 7 | Visbreaking Process | Vacuum Residue | overhead tail gas, naphtha and bottom |
| 8 | Alkylation | light olefins (propylene and butylene) and isobutene. | high octane gasoline |
| 9 | Merox Treatment | Hydrogen sulfide free feed | Treated LPG, naphtha, gasoline, kerosene, jet fuel and heating oils |

Diagram alur proses di kilang minyak (refinery flow diagram)



Topik: Pengenalalan Catalytic Reforming

Merujuk ke
BAB 5



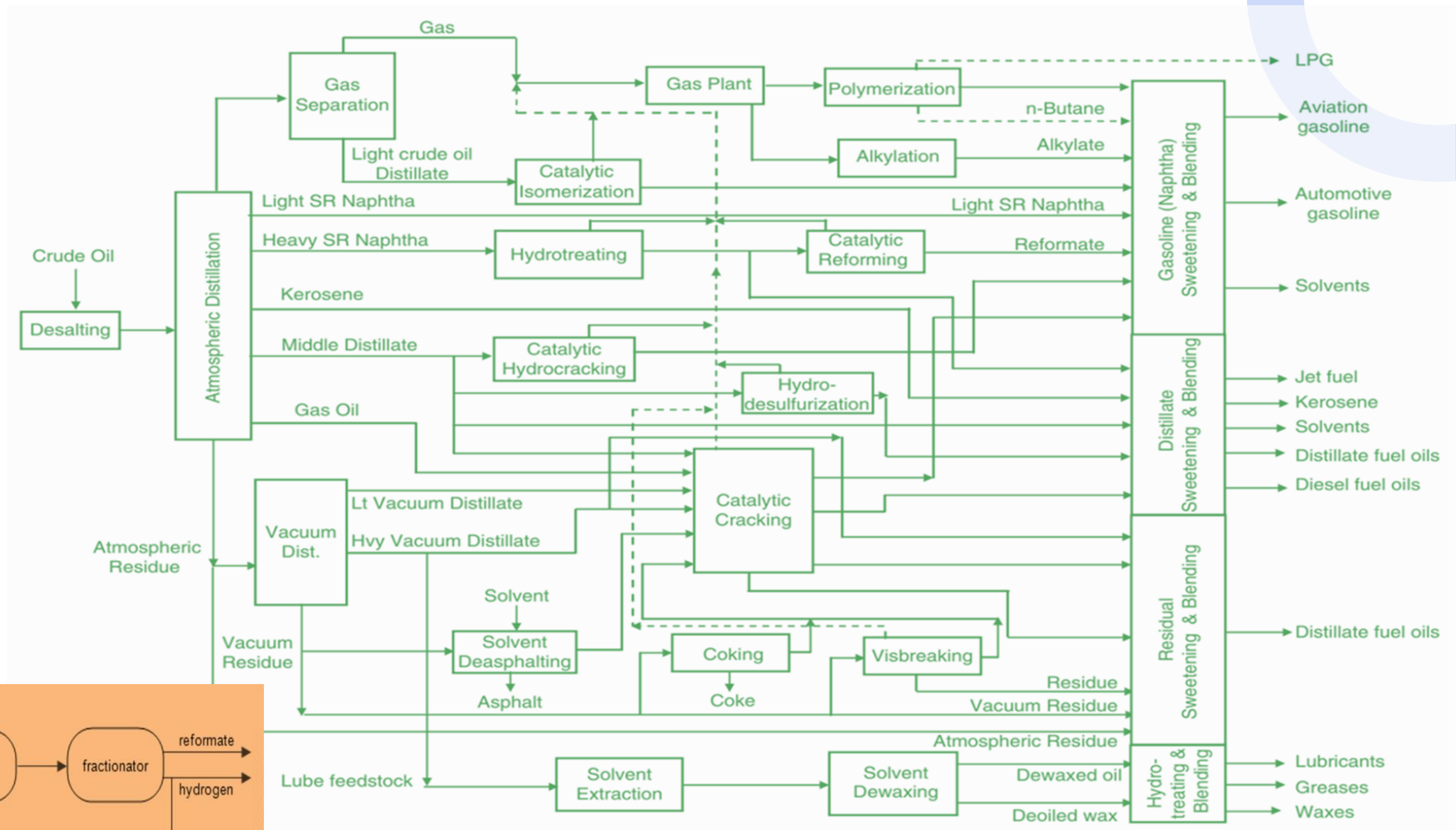
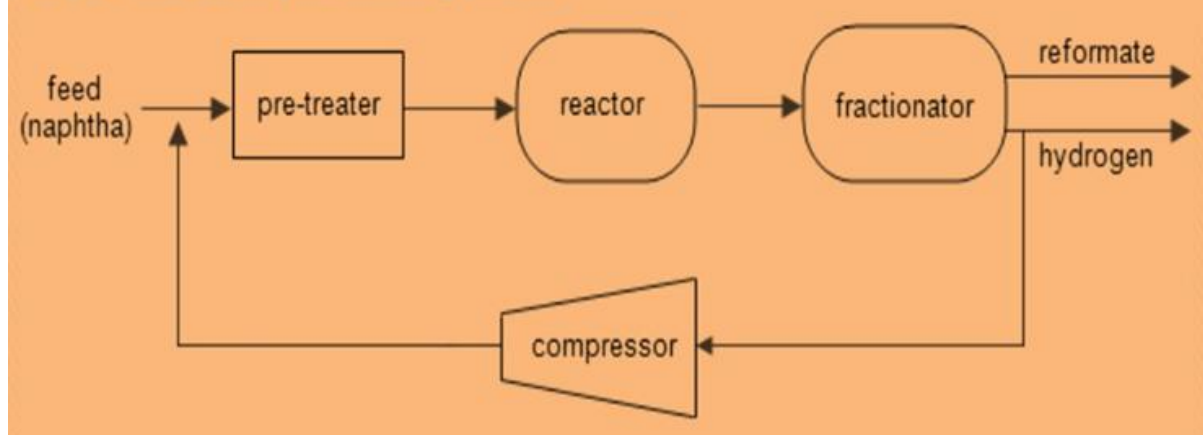


Diagram of the catalytic reforming process



TERIMA KASIH

December 2025

