

PROSES PEMISAHAN FISIK

Teknik pemisahan fisik akan memisahkan suatu campuran seperti minyak bumi tanpa merubah karakteristik kimia komponennya. Pemisahan ini didasarkan pada perbedaan sifat fisik tertentu dari komponennya seperti titik didih dan titik leleh, afinitas adsorpsi pada padatan tertentu, dan difusi melalui membran tertentu.

Proses pemisahan fisik penting yang didiskusikan di sini adalah distilasi, absorpsi, dan ekstraksi pelarut.

DISTILASI ATMOSFERIK

Distilasi atmosferik memisahkan campuran ruwet minyak bumi menjadi fraksi-fraksi berbeda dengan rentang pendidihan yang relatif lebar. Secara umum, pemisahan suatu campuran menjadi fraksi-fraksi terutama didasarkan pada perbedaan titik didih komponennya. Pada unit distilasi atmosferik, satu atau beberapa kolom fraksionasi dipergunakan.

Pendistilasian minyak bumi dimulai dengan pemanasan-awal umpan pada penukar panas dengan aliran produk panas. Umpan ini dipanaskan lebih lanjut hingga sekitar 320°C dengan mengalir umpan melalui pipa pemanas (alat pemanas bejana pipa).

Umpan panas memasuki fraksionator, yang normalnya terdiri dari 30-50 nampan fraksionasi. Kukus dimasukkan di bagian bawah fraksionator ini untuk melucuti komponen ringannya. Efisiensi pemisahannya merupakan fungsi dari banyaknya pelat teoritik dari menara fraksionasi dan rasio refluks. Refluks didapat dengan mengembunkan sebagian uap atas dari menara. Rasio refluks adalah perbandingan uap yang mengembun balik ke dalam bejana terhadap uap yang mengembun keluar bejana (distilat). Semakin besar rasio refluks, semakin baik pemisahan campuran itu.

Produk-produk diambil dari menara distilasi sebagai aliran samping, sedangkan refluks didapat dengan mengembalikan sebagian uap yang didinginkan di kondenser bagian atas menara. Tambahan refluks dapat diberikan dengan mengembalikan sebagian produk aliran samping yang dingin ke menara. Pada prakteknya, rasio refluks berubah dalam rentang yang lebar sesuai dengan pemisahan tertentu yang diinginkan. Dari kondenser bagian atas, gas yang tak terembunkan dipisahkan, dan cairan nafta ringan yang terembunkan diambil dan dikirim ke penyimpanan. Nafta berat, minyak-tanah, dan solar diambil sebagai produk aliran samping. Tabel 3-1 memperlihatkan rentang pendidihan untuk fraksi-fraksi minyak bumi. Residunya (minyak bumi atas) diambil dari bagian bawah menara distilasi dan mungkin digunakan sebagai bahan bakar minyak. Residu mungkin juga dimasukkan ke unit distilasi vakum, ke proses perengkahan katalitik atau perengkahan kukus. Gambar 3-1 adalah aliran diagram untuk unit distilasi atmosferik dan vakum.

DISTILASI VAKUM

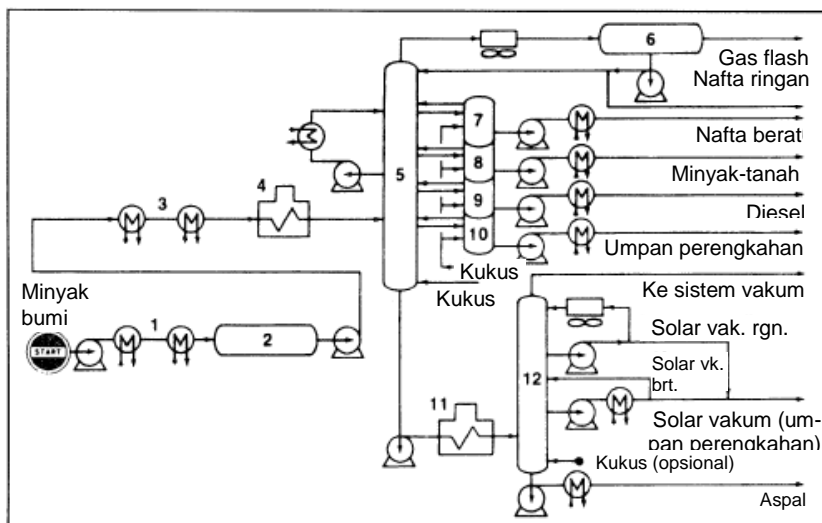
Distilasi vakum akan meningkatkan jumlah distilat-tengah dan akan menghasilkan bahan baku dasar minyak pelumas dan aspal. Umpan ke unit ini

adalah residu dari distilasi atmosferik. Pada distilasi vakum, pengurangan tekanan dilakukan untuk menghindarkan perengkahan hidrokarbon rantai-panjang yang ada dalam umpan.

Pertama-tama umpan dipanaskan-awal melalui pertukaran panas dengan produknya, lalu dimasukkan ke pemanas unit vakum, dan kemudian dilewatkan ke menara vakum yang beratmosfer kukus lewat-panas. Pemakaian kukus lewat-panas sangat penting: ini mengurangi tekanan parsial hidrokarbon dan mengurangi terbentuknya kokas dalam buluh tungku. Distilasi normalnya terjadi pada rentang temperatur 400-440°C dan tekanan absolut 25-40 mmHg. Temperatur menara bagian atas diatur dengan merefluks sebagian produk solar (produk atas). Ukuran (diameter) menara distilasi vakum biasanya jauh lebih besar daripada menara atmosferik karena volume dari uap/satuan-volume umpan adalah jauh lebih besar daripada distilasi atmosferik.²

Tabel 3-1
Perkiraan rentang titik didih ASTM untuk fraksi-fraksi minyak bumi

Fraksi	Rentang didih	
	°F	°C
Nafta ringan	85-210	30-99
Nafta berat	190-400	88-204
Minyak-tanah	340-520	171-271
Solar atmosferik	540-820	288-438
Solar vakum	750-1.050	399-566
Residu vakum	1.000+	538+



Gambar 3-1. Diagram alir dari unit distilasi atmosferik dan vakum:¹ (1,3) penukar panas; (2) penghilang garam, (3,4) pemanas; (5) kolom distilasi, (6) kondenser

atas, (7-10) aliran yang dipompakan, (11) pemanas distilasi vakum; (12) menara vakum.

Produk yang didapat sebagai aliran samping adalah solar vakum (VGO) yang merupakan bahan baku dasar minyak pelumas, dan aspal. Aspal mungkin digunakan untuk pelapis jalan raya atau mungkin diumpankan ke unit delayed coking.

PROSES ABSORPSI

Proses ini secara selektif mengambil gas tertentu dari suatu campuran gas dengan memakai suatu absorben cair. Pada industri pengilangan minyak, proses ini digunakan secara luas untuk membebaskan aliran-aliran produk gas dari gas-gas asam (terutama H_2S) baik dengan memakai absorben fisik ataupun kimia. Absorpsi gas asam dari gas alam didiskusikan di Bab 1.

PROSES ADSORPSI

Proses adsorpsi menggunakan bahan (adsorben) padat yang memiliki luas permukaan yang besar dan memiliki kemampuan untuk melakukan adsorpsi secara selektif suatu gas atau suatu cairan pada permukaannya. Contoh adsorben adalah silika (SiO_2), alumina anhidrous (Al_2O_3), dan saringan molekular (kristal silika/alumina). Proses adsorpsi mungkin digunakan untuk mengambil gas asam dari gas alam dan aliran-aliran gas kilang. Sebagai contoh, saringan (sieve) molekular digunakan untuk menghilangkan hidrat dari gas alam dan untuk mengurangi gas-gas asamnya.

Proses adsorpsi juga dipakai untuk memisahkan campuran cairan. Sebagai contoh, saringan molekular 5A secara selektif mengadsorp n-parafin dari fraksi nafta beroktana-rendah. Parafin bercabang dan aromatik dalam campuran tidak teradsorp pada permukaan padatan. Fraksi yang terkumpulkan terutama mengandung aromatik dan parafin bercabang yang memiliki bilangan oktana lebih tinggi daripada umpannya. Proses desorpsi n-parafin berlangsung dengan menukarnya dengan pelarut lain atau dengan menggunakan panas. n-Parafin yang didapat pada rentang ini adalah bahan baku yang bagus untuk perengkahan kukus bagi produksi olefin.

Adsorpsi n-parafin (C_{10} - C_{14}) dari minyak-tanah atau fraksi solar dapat dilakukan dengan proses adsorpsi fasa-cair ataupun uap. Normal parafin dari rentang ini adalah bahan-antara penting bagi pengalkilasi benzena untuk produksi deterjen buatan (Bab 10). Normal parafin ini juga bahan baku yang bagus untuk protein sel-tunggal (SCP = single-cell protein).

Proses IsoSiv adalah suatu teknik adsorpsi isobarik dan isothermal yang dipakai untuk memisahkan n-parafin dari solar. Kondisi operasinya mendekati $370^{\circ}C$ dan 6,8 atm.³ Desorpsi dilakukan dengan memakai n-pentana atau n-heksana. Pelarut ini mudah didistilasi dari n-parafin lebih berat dan kemudian didaur-ulang.

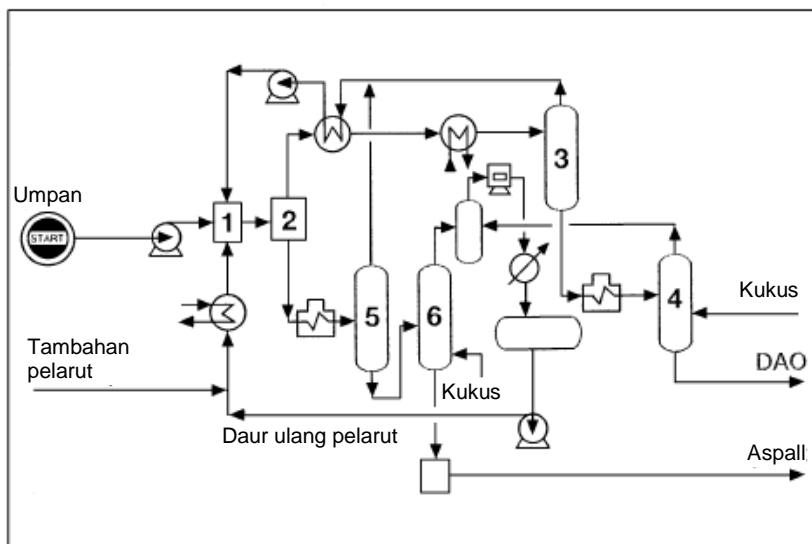
EKSTRAKSI PELARUT

Pelarut cair dipergunakan untuk mengekstrak senyawa yang diinginkan atau tak diinginkan dari suatu campuran cairan. Proses ekstraksi pelarut menggunakan suatu pelarut cair yang memiliki tenaga solvolitik yang tinggi untuk senyawa tertentu dari campuran umpan. Sebagai contoh, etilena glikol memiliki afinitas lebih besar pada hidrokarbon aromatik sehingga mengekstraksi aromatik lebih banyak dari suatu campuran reformata (suatu produk aromatik dan parafinik cair dari reforming katalitik). Raffinata yang terutama mengandung parafin, dibebaskan dari sedikit etilena glikol dengan distilasi. Pelarut lain yang dapat digunakan untuk maksud ini adalah sulfur dioksida cair dan sulfolana (tetrametilena sulfona).

Proses sulfolana menghasilkan suatu ekstrak yang fleksibel bagi pembuatan aromatik BTX (benzena, toluena, xilena) dengan kemurnian tinggi. Proses ini juga mengekstrak aromatik dari minyak-tanah untuk membuat bahan bakar jet beraromatik-rendah.

Pada sisi lain, propana cair juga memiliki afinitas tinggi terhadap hidrokarbon parafinik. Deaspalting propana akan mengambil bahan-bahan asfaltik dari bahan baku dasar minyak pelumas berat. Bahan asfaltik ini mengurangi indeks viskositas dari minyak pelumas. Pada proses ini, propana cair terutama melarutkan hidrokarbon parafinik dan membiarkan bahan asfaltik. Temperatur ekstraksi lebih tinggi akan menguntungkan proses pemisahan komponen asfaltik. Minyak ter-deaspalt dilucuti untuk mengambil propananya, yang kemudian didaur-ulang.

Ekstraksi pelarut mungkin juga digunakan untuk mengurangi asfaltena dan logam dari fraksi-fraksi lebih berat dan residu sebelum dipakai di perengkahan katalitik. Pelarut organik memisahkan residu ini menjadi minyak ter-demetalisasi dengan kadar asfaltena dan logam yang lebih rendah. Gambar 3-2 menunjukkan proses deaspalting IFP dan Tabel 3-2 memperlihatkan analisa umpan sebelum dan sesudah pengolahan pelarut.⁴



Gambar 3-2. Proses penghilangan aspal IFP:⁴ (1,2) ekstraktor, (3-6) menara pengambilan kembali pelarut.

Tabel 3-2
Contoh analisa residu vakum Arabian ringan sebelum dan sesudah
pengolahan pelarut yang menggunakan
pelarut hidrokarbon C₄ dan C₅⁴

	Umpan	DAO	
		C ₄	C ₅
Pelarut	-	C ₄	C ₅
Hasil, %-brt	-	70,1	85,5
Gr. sp.	1,003	0,959	0,974
Visk., cSt @ 99°C	345	63	105
Karbon Conradson, %-brt	16,4	5,3	7,9
Aspaltena (terlarut C ₇), %-brt	4,20	<0,05	<0,05
Ni, ppm	19	2,0	7,0
V, ppm	61	2,6	15,5
S, %-brt	4,05	3,3	3,65
N ₂ , ppm	2.875	1.950	2.170

Ekstraksi pelarut digunakan secara luas di industri pengilangan minyak. Setiap proses mempergunakan pelarut selektif tertentu, tetapi prinsip dasarnya adalah sama seperti di atas.