
PERFORMANCE EVALUATION OF TRAYS IN ATMOSPHERIC FRACTIONATION COLUMN WITH SOUTH PALEMBANG DISTRICT (SPD) CRUDE OIL FEED

Oleh

Achmad Faisal Faputri^{1*}, Indah Agus Setiorini^{2*}

^{1,2}Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Pengolahan Migas Politeknik Akamigas

Palembang Jln. Kebon Jahe Komperta Plaju Tlp. 595595, 595595, Fax. (0711) 595595

Email: ^{1*}achmadfaisal@pap.ac.id; ^{2*}indah@pap.ac.id

Article History:

Received: 16-02-2022

Revised: 25-02-2023

Accepted: 19-03-2023

Keywords:

Distillation,
fractionation,
separation, Crude Oil

Abstract: *Distillation's role is to separate the components it separates based on the boiling point of each component to produce the desired product with the principle of evaporation, namely the evaporation of components. In the industrial world the role of fractional distillation is very important. This study aims to design a fractional distillation apparatus, to know the process and performance of the column and the theory of fractionation separation with the role of column support facilities. Using raw material in the form of 10 liters of SPD crude oil, the separation is divided into three fractions. Then the product from the top section is the gasoline fraction with a temperature range of 28 - 165 °C, the middle section is the kerosene fraction with a temperature range of 165 - 300 °C, and the bottom part is the diesel fraction with a temperature range of 300 - 350 °C. So it can be concluded that the distillation column is in accordance with the desired calculation of the raw materials used.*

PENDAHULUAN

Minyak dan gas bumi sampai saat ini masih merupakan sumber energi yang menjadi pilihan utama untuk digunakan pada industri, transportasi dan rumah tangga. Pemanfaatan berbagai produk akhir atau produk-produk turunan minyak bumi juga semakin meningkat sehingga permintaan minyak dan gas bumi di seluruh dunia telah mengakibatkan pertumbuhan pada kegiatan eksplorasi dan pengolahan minyak mentah di seluruh dunia (Nugroho, 2006).

Eksplorasi merupakan kegiatan awal dalam industri energi khususnya minyak dan gas bumi. Kegiatan dunia modern mengharuskan ketersediaan minyak dan gas bumi untuk menopang kegiatan industri dalam mencapai kesejahteraan manusia. Dunia industri menyadari kebutuhan minyak dan gas bumi tidak akan berkurang tetapi justru semakin meningkat, salah satunya dikarenakan industri perdagangan antarnegara yang semakin meningkat dan membutuhkan alat transportasi kapal laut maupun pesawat terbang berbahan bakar minyak sebagai penggerak mesin.

Dalam proses pengolahan minyak bumi menjadi bahan bakar siap pakai, biasanya diproses di industri kilang minyak, industri kilang minyak merupakan suatu aktifitas yang melibatkan teknologi tinggi dan bersifat disiplin. Teknologi didesain sedemikian rupa sehingga mampu mengubah sifat fisik dan kimia minyak mentah menjadi produk yang

bermanfaat untuk manusia. Perubahan tersebut menghasilkan berbagai macam produk yang layak jual baik dari segi kualitas maupun kuantitas sesuai dengan kebutuhan pasar (Sukandarrumidi, 2013)

Didalam industri perminyakan terdapat proses distilasi, distilasi atau penyulingan adalah metode pemisahan bahan kimia berdasarkan kecepatan atau kemudahan penguapan suatu zat. Dalam penyulingan campuran zat dipanaskan sehingga menguap, dan uap tersebut kemudian didinginkan kembali kedalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu, sedangkan zat yang memiliki titik didih yang lebih tinggi akan mengembun dan akan menguap jika telah mencapai titik didihnya (fatimura, 2014).

Distilasi

Minyak bumi telah membawa kemajuan yang pesat kepada dunia ini, sehingga jika seandainya minyak bumi itu tidak ada, maka dunia tidak akan semaju seperti sekarang ini. Dimana-mana dalam kehidupan sehari-hari, hampir selalu dijumpai produk-produk yang berasal dari minyak bumi, baik produk yang berasal dari kilang minyak atau produk petrokimia.

Minyak bumi tidak dapat langsung di manfaatkan dalam kehidupan dimasyarakat maupun di industri sehingga harus melalui tiga tahap pengolahan yang umumnya terdiri dari *primary proses*, *secondary process*, dan *finishing process*. *primary process* merupakan tahap separasi (penyulingan / pemisahan) minyak bumi menjadi fraksi-fraksinya berdasarkan sifat fisis masing-masing fraksi. Kemudian dilanjutkan dengan *secondary Process* yang merupakan tahap konversi fraksi-fraksi minyak bumi tersebut dengan bantuan kimia, dan diakhiri dengan *finishing process* yang meliputi *treating* dan *blending* yang bertujuan untuk memenuhi spesifikasi produk sehingga menaikkan harga jual suatu produk minyak bumi tersebut.

Pemisahan campuran liquid pada crude oil dengan destilasi bergantung pada perbedaan titik didih antar komponen. Komponen yang memiliki titik didih yang lebih besar akan lebih mudah pemisahannya. Uap akan mengalir menuju puncak kolom sedangkan liquid menuju ke bawah kolom secara berlawanan arah maka pada saat itulah uap dan liquid akan terpisah. Sebagian kondensat dari kondensor dikembalikan ke puncak kolom sebagai liquid untuk dipisahkan lagi, dan sebagian liquid dari dasar bottom dialirkan pada reboiler dan dikembalikan sebagai uap (Coulson, 2015).

Distilasi kolom secara umum dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 1. Distilasi Kolom Sederhana
(Leily, 2009)

Proses distilasi melibatkan beberapa komponen dalam teknik kimia, di antaranya adalah sebagai berikut (Budiman, 2015) :

1. Keseimbangan fasa, yaitu terjadi pada *tray / plate* yang fase cair dan uapnya saling berkontak.
2. Perpindahan massa dan panas yang terjadi pada setiap stage, termasuk pada reboiler maupun kondensor yang dipasang dibagian bawah dan atas menara.
3. Penguapan dan pengembunan yang terjadi pada reboiler dan kondensor sehingga didalam kolom terdapat 2 fasa yang mengalami kesetimbangan.
4. Perpindahan momentum.

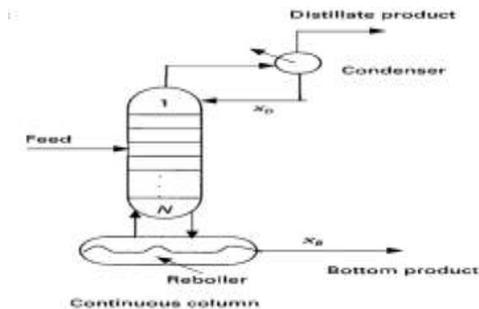
Jenis kolom distilasi

Ada banyak jenis kolom distilasi yang disesuaikan dengan jenis pemisahan komponennya.

- a. Berdasarkan Proses

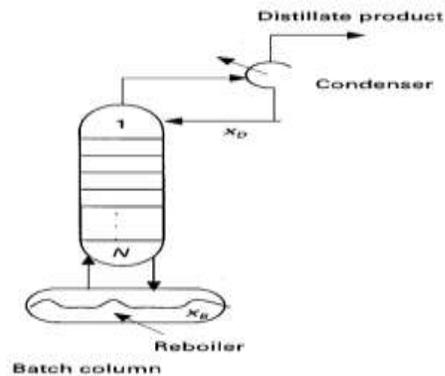
Distilasi berdasarkan proses terbagi menjadi dua jenis, yaitu (Coulson, 2015) :

- *Continous Distilation* (Distilasi Sinambung), yaitu distilasi yang terjadi ketika umpan yang dimasukkan ke dalam kolom dan produk diambil dalam waktu yang sama dan umpan tersebut dimasukkan lebih dari satu kali.



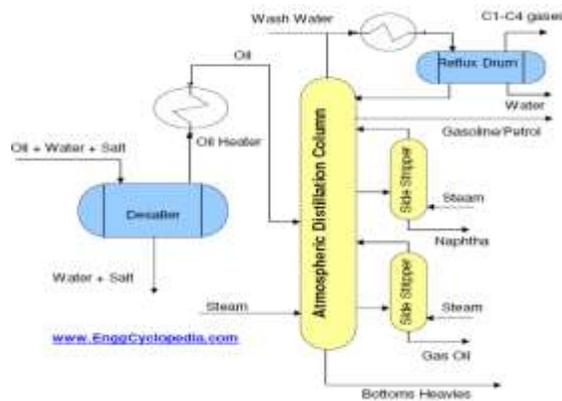
Gambar 2. *Continous Distilation*
(Rico. V, 2000)

- *Batch Distilation*, yaitu distilasi yang terjadi ketika umpan yang masuk dan produk yang diambil tidak sama tiap waktu dan umpan yang dimasukkan hanya satu kali.



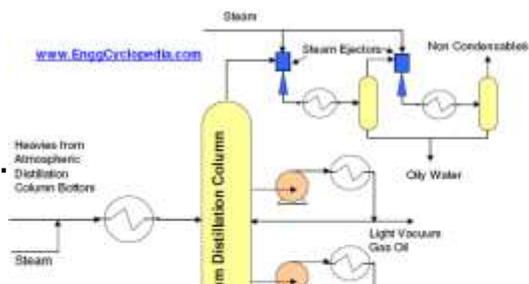
Gambar 3. Batch Distillation
(Rico. V, 2000)

- b. Berdasarkan basis tekanan operasi
Distilasi berdasarkan basis tekanan operasi terbagi menjadi dua jenis, yaitu (Leily, 2009) :
- Distilasi Atmosferik, yaitu distilasi pada tekanan sedikit diatas tekanan atmosferik (0,4 – 5,5 atm mutlak).



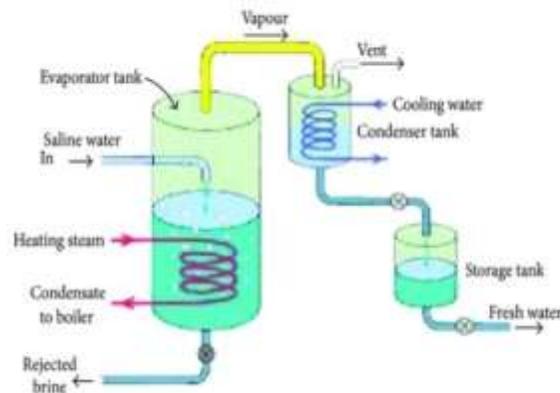
Gambar 4. Distilasi Atmosferik

- Distilasi Vakum, yaitu distilasi yang beroperasi pada tekanan vakum untuk menurunkan titik didih. Vakum disini maksudnya ialah tekanan dibawah tekanan atmosferik atau 1 atm (≤ 300 mmhg dibagian atas kolom).



Gambar 5. Distilasi Kolom Sederhana

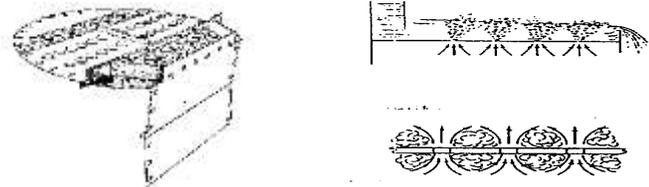
- Distilasi Bertekanan, yaitu distilasi yang beroperasi pada tekanan diatas tekanan atmosferik atau 1 atm yang bertujuan untuk menaikkan titik didih (≥ 80 psia dibagian atas kolom).
- c. Berdasarkan jumlah komponen yang dipisahkan
Distilasi berdasarkan jumlah komponen yang dipisahkan terbagi menjadi dua macam, yaitu distilasi dua komponen (*binary distillation*) dan distilasi banyak komponen (*multicomponent distillation*) (Budimanan, 2015).
- d. Berdasarkan sistem operasi
Distilasi berdasarkan sistem operasi terbagi menjadi dua jenis, yaitu (Leily, 2009) :
 - *Single-stage Distillation*, yaitu merupakan distilasi yang hanya melalui satu tahap.



Gambar 6. Single-Stage Distillation
(Hindawi, 2013)

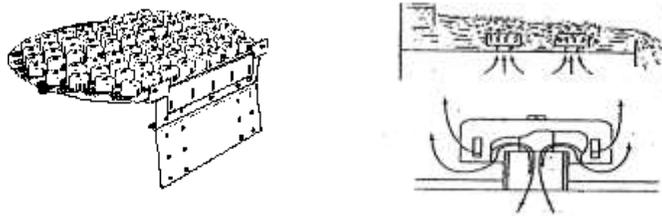
- *Multi-stage Distillation*, yaitu merupakan distilasi banyak tahap yang disusun secara bertingkat.
- e. Berdasarkan tray yang digunakan di kolom
Tray Tower, yaitu kolom distilasi yang media pemisahannya ialah *tray*. *Tray* ialah suatu alat yang memaksa uap yang naik agar menggelembung melalui sebuah lubang penurunan cairan. Tipe ini dibagi menjadi tiga macam yang sering dipakai, yaitu :

- *Perforated Tray* atau *Sieve Tray* yaitu jenis piringan paling sederhana. Uap melewati *perforation* di piringan sedangkan cairan ditahan oleh aliran uap yang selanjutnya mengalir melalui lubang-lubang. Semakin kecil lubangnya, maka kontak uap-cairan akan semakin baik (Coulson, 2015).



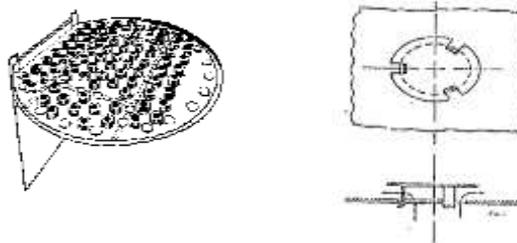
Gambar 7. *Sieve Tray*
(Coulson, 2015)

- *Bubble Cup Tray*, yaitu tray dengan sejumlah lubang yang dipasang dengan *riser* ditutup dengan sebuah *bubble cup*. Tray jenis ini merupakan jenis yang paling tua dengan berbagai desain yang terus dikembangkan (Coulson, 2015)



Gambar 8. *Bubble Caps Tray*
(Coulson, 2015).

- *Valve Tray*, yaitu tray dengan diameter lubang yang besar di tutupi dengan *moveable flaps* yang terangkap dengan peningkatan aliran uap. Area aliran uap bervariasi dengan *flow rate*, dimana *valve tray* dapat beroperasi lebih efisien pada *flow rate* yang lebih rendah daripada *Sieve Tray*, *Valve* ditutup pada *flow rate* uap yang rendah (Coulson, 2015).



Gambar 9. *Valve Tray*
(Coulson, 2015).

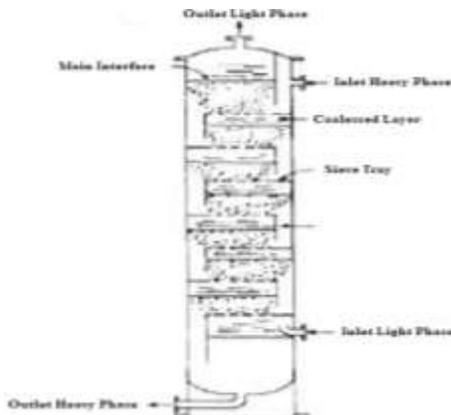
Peralatan Operasi

Kolom distilasi terdiri dari beberapa komponen yang masing-masing komponen mempunyai fungsi sebagai transfer energi panas maupun sebagai media perpindahan

material. Komponen utama penunjang kolom distilasi adalah (Leily, 2009) :

1. *Shell vertikal*, yaitu merupakan tempat dimana pemisahan antara cairan dan uap dilakukan.
2. Kolom internal, yaitu yang berbentuk *plate (tray)* atau *packed* yang digunakan untuk meningkatkan waktu kontak (*residence time*) pemisahan komponen.
3. *Reboiler*, yaitu merupakan suatu alat yang digunakan untuk menunjang panas yang dibutuhkan oleh kolom untuk menguapkan kembali komponen sehingga proses pemisahan dapat terjadi secara maksimal.
4. Kondensor, yaitu merupakan alat yang digunakan untuk mendinginkan dan mengkondensasi uap yang meninggalkan bagian atas kolom sehingga dapat ditampung sebagai produk maupun dijadikan sebagai refluks kolom selama operasi.
5. Tanki refluks, yaitu merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan hasil kondensasi komponen yang nantinya akan dialirkan menjadi produk atau dikembalikan lagi ke kolom sebagai refluks.

Komponen bagian dalam Kolom Distilasi ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 10. Kolom Fraksinasi
(Budiman, 2015).

Bahan Baku yang digunakan

Umumnya bahan baku yang digunakan adalah minyak bumi. Karakteristik minyak bumi berbeda-beda antara yang satu dengan yang lain, mulai dari yang ringan, encer dan banyak mengandung fraksi ringan atau gas serta berwarna kecoklatan, sampai pada jenis yang kental yang merupakan substansi setengah padat berwarna hitam pekat dan hanya sedikit sekali mengandung fraksi ringan. Secara umum kegiatan eksploitasi minyak bumi meliputi 3 tahapan utama, yaitu sebagai berikut (Rangkuti, 2012) :

1. Tahap produksi primer (*primary recovery*), yaitu suatu tahapan memperoleh minyak dimulai dengan mencari dan atau menemukan sumber bumi, penggunaan energy alami dengan memanfaatkan tekanan awal reservoir dan volume air yang dapat menggerakkan minyak.
2. Tahapan produksi sekunder (*secondary recovery*), yaitu tahapan perolehan minyak bumi yang dilakukan dengan menginjeksikan cairan (*water flooding*) atau gas (*steam flooding*) ke dalam reservoir dengan tujuan menambah energy reservoir.

3. Tahapan produksi tersier (*tertiary recovery*), yaitu tahapan perolehan minyak bumi yang dilakukan karena perolehan minyak sebelumnya belum maksimal. *Enhanced Oil Recovery* (EOR) adalah suatu mekanisme yang digunakan pada tahapan *tertiary recovery* untuk meningkatkan produksi minyak setelah tahapan *primary* dan *secondary recovery*.

Jenis-jenis Minyak Bumi

Minyak bumi berbeda-beda antara yang satu dengan yang lain, hal ini menyebabkan pembagian berdasarkan hal tertentu. Berikut merupakan jenis pembagiannya :

- a. Berdasarkan komposisi hidrokarbon, struktur geologi, kedalaman dan usia pembentukan (Hardjono, 2015) :
 - Minyak Bumi Parafinik, adalah minyak bumi yang dominan terdiri dari hidrokarbon parafin dan sedikit mengandung jenis *naphthene*. Minyak bumi ini banyak mengandung lilin dan sedikit mengandung aspal.
 - Minyak Bumi Napthenik, adalah minyak bumi yang dominan terdiri dari hidrokarbon jenis *naphthene* dan sedikit mengandung parafin. Minyak bumi ini banyak mengandung aspal dan sedikit mengandung lilin.
 - Minyak Bumi Campuran (*Intermediate*), adalah minyak bumi yang terdiri dari kedua jenis hidrokarbon parafin dan *naphthene*. Serta mengandung jenis aromatik.
- b. Berdasarkan jenis ikatan antara atom C dan atom H (Nugroho Astri, 2006) :

- Hidrokarbon Alifatik

Senyawa hidrokarbon alifatik merupakan senyawa hidrokarbon dengan ikatan rantai antara C dan H terbuka (tidak berbentuk cincin), sehingga dapat disebut dengan hidrokarbon rantai. Senyawa ini stabil pada temperatur kamar dan bereaksi lambat dengan klor (dengan bantuan sinar matahari), tidak beraksi dengan larutan alkali padat, asam sulfat, maupun asam nitrat.

Selanjutnya hidrokarbon rantai terdiri dari hidrokarbon alkana, alkena dan alkuna. Hidrokarbon alkana sering disebut rangkaian paraffin merupakan hidrokarbon jenuh dengan rumus kimia C_nH_{2n+2} .

- Hidrokarbon alisiklik

Senyawa hidrokarbon alisiklik meliputi hidrokarbon alisiklik jenuh dan tidak jenuh. Senyawa-senyawa ini bersifat stabil dan tahan terhadap oksidasi. Rumus umumnya adalah C_nH_{2n} dengan ikatan rantai C dan H tertutup (berbentuk cincin), sehingga mempunyai sifat yang lebih stabil.

- Hidrokarbon aromatic

Keberadaannya didalam minyak bumi lebih sedikit dibandingkan dengan hidrokarbon paraffin. Aromatik aromatic murni adalah molekul - molekul yang hanya mengandung cincin dan rantai aromatic. Hidrokarbon aromatic yang paling sederhana ialah benzene yang terdiri dari sebuah cincin dasar yang mengandung 6 atom karbon dengan ikatan rangkap di antara atom karbon lainnya, sehingga terdapat tiga ikatan ganda dalam cincin besar tersebut.

Komposisi Minyak Bumi

Ditinjau dari struktur molekulnya persenyawaan hidrokarbon digolongkan menjadi 4 jenis utama yaitu (Hardjono, 2015):

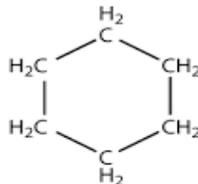
1. Parafin adalah hidrokarbon yang mempunyai struktur molekul yang paling sederhana, ditandai oleh susunan rantai atom-atom karbon (C) yang tersusun dalam rantai yang jenuh (ikatan C - C) berikut contoh:

Normal parafin: *Normal Butane* $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

2. Olefin hidrokarbon jenis olefin ditandai oleh susunan atom-atom karbon dengan rantai terbuka, namun diantara atom-atom karbon tersebut satu atau lebih ada yang berikatan dengan rangkap 2 (tidak jenuh). Sebagai contoh:

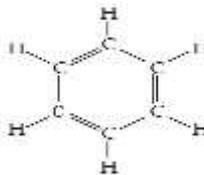


3. Napthene atau *Cyclo Paraffin* hidrokarbon jenis *napthene* atau siklo parafin, ditandai oleh susunan rantai karbon yang jenuh, akan tetapi dalam bentuk rantai tertutup,



Gambar 11. *Cyclohexane*

4. Aromatik berbeda dengan hidrokarbon jenis lain, hidrokarbon jenis aromatik ditandai oleh terkandungnya suatu susunan “cincin” yang terjadi dari 6 buah atom karbon dengan dengan ikatan rantai jenuh dan ikatan rangkap dua secara berganti-ganti, sebagai contoh:



Gambar 12. *Benzene*

Sifat Fisik dan Kimia Minyak Bumi

Dalam minyak bumi, terdapat berbagai macam sifat fisik dan kimia dari minyak bumi tersebut, antara lain (Nugroho, 2006):

a. Viskositas

Didefinisikan sebagai ketahanan fluida terhadap aliran. Pada umumnya dinyatakan dalam ukuran waktu diperlukan untuk mengalirkan cairan melalui tabung dengan ukuran tertentu. Jika nilai viskositas rendah, maka fluida semakin mudah mengalir. Sebaliknya jika nilai viskositas tinggi, maka fluida semakin sulit mengalir. Nilai viskositas minyak bumi tergantung pada kandungan fraksi ringan dan temperature disekitarnya.

b. Daya larut dalam air

Adalah proses ketika suatu substansi (solute) akan terlarut pada substansi lain (solvent). Daya larut minyak bumi sangat rendah (< 5 ppm). Proses ini sangat penting karena berhubungan dengan toksisitas hidrokarbin yang terlarut terhadap organism perairan. Keadaan ini umumnya terjadi karena terbentuknya kompleks hidrokarbon terlarut dengan berbagai garam - garam mineral yang terlarut dalam molekul air.

c. Gravitasi Spesifik (GS)

GS minyak bumi menyatakan densitas minyak bumi tersebut dan seringkali dinyatakan dalam bentuk gravitasi API (American Petroleum Institute). Gravitasi API ($^{\circ}\text{API}$) adalah rasio

berat minyak bumi terhadap berat akuades pada volume yang sama, pada suhu 16°C dan tekanan 1 atm. Semua minyak bumi memiliki densitas lebih kecil daripada air, kecuali beberapa minyak berat dan residu. Jadi umumnya minyak bumi mempunyai nilai $GS < 1$ atau nilai $^{\circ}API > 10$.

d. Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan adalah gaya tarik menarik antara permukaan molekul dari suatu fluida. Gaya ini menunjukkan laju penyebaran fluida di atas permukaan air atau tanah. Minyak bumi dengan GS rendah biasanya memiliki potensial laju penyebaran lebih besar. Tegangan permukaan minyak bumi akan semakin turun sejalan dengan peningkatan temperatur dan peningkatan laju penyebaran setelah terjadinya tumpahan minyak bumi di laut.

e. Nilai Pembakaran

Nilai pembakaran, biasanya nilai pembakaran tinggi, dinyatakan dalam satuan kilojoule per kilogram (atau *british thermal units per pound-massa*) atau kilojoule per liter (atau *british thermal units per gallon*).

f. Berat atau Bobot Jenis

Bobot jenis suatu cairan adalah kerapatan cairan tersebut dibagi dengan kerapatan air pada 60°F (15,6°C). Bobot jenis minyak bumi dan produk turunannya biasanya dinyatakan satuan $^{\circ}Be$ atau $^{\circ}API$.

g. Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala dari suatu cairan bahan bakar semacam minyak bumi adalah temperatur minimum fluida pada waktu uap yang keluar dari permukaan fluida langsung menyala. Jika temperatur naik sedikit, yang disebut titik nyala (*fire point*), dapat menyebabkan uap membantu pembakaran. Oleh karena itu perlu diwaspadai agar temperatur maksimum minyak tidak melebihi titik nyalanya.

h. Titik Lumer (*Pour Point*)

Titik lumer dari suatu produk minyak bumi adalah temperatur terendah yang menyebabkan minyak bumi akan mengalir di bawah kondisi standar. Titik ini ditentukan dengan mencari temperatur maksimum, yang diperoleh bila permukaan sampel minyak bumi dalam suatu tabung percobaan standar tidak bergerak dalam 5 detik ketika tabung tersebut diputar ke posisi horizontal. Titik lumer sama dengan temperatur maksimum ditambah 5°F.

i. Titik Didih (*Bubble Point*)

Suhu dimana minyak bumi menguap atau pertama kali terbentuk sebuah gelembung uap di permukaan cairan.

j. Titik Embun (*Dew Point*)

Suhu dimana minyak bumi pertama kali mengembun atau pertama kali terbentuk sebuah droplet / butiran cairan.

Proses Sekunder Pengolahan Minyak Bumi

Proses ini dilakukan untuk mengubah fraksi yang satu ke fraksi yang diinginkan. Perubahan fraksi dapat dilakukan dengan beberapa proses.

a) Perekahan / *Cracking*

Kebutuhan akan bahan bakar memiliki peningkatan yang sangat signifikan setiap tahunnya, sehingga proses pengolahan minyak bumi menggunakan beberapa metode untuk

menghasilkan jenis bahan bakar tertentu agar memenuhi kebutuhan pada konsumen, salah satunya ialah bensin. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk menghasilkan fraksi bensin, salah satunya ialah proses *cracking*.

Cracking adalah proses penguraian molekul senyawa hidrokarbon yang besar menjadi hidrokarbon yang memiliki struktur molekul yang kecil. Salah satu contoh proses *cracking* yaitu penguraian struktur hidrokarbon pada fraksi minyak tanah menjadi struktur molekul kecil fraksi bensin ataupun penguraian fraksi solar menjadi bensin. Terdapat berbagai macam proses *cracking* yaitu *thermal cracking*, *catalytic cracking* dan *hydrocracking*. Proses penguraian dari tiga metode tersebut menggunakan cara-cara yang berbeda, berikut penjelasannya:

1. *Thermal cracking*

Proses penguraian ini menggunakan suhu yang tinggi serta tekanan yang rendah, suhu yang digunakan dapat mencapai temperatur 800°C dan tekanan 700 kpa. Partikel ringan yang memiliki hidrogen dalam jumlah banyak akan terbentuk pada penguraian molekul berat yang terkondensasi. Reaksi yang terjadi pada proses ini disebut dengan homolitik fision dan memproduksi alkena yang menjadi bahan dasar untuk memproduksi polimer secara ekonomis. Panas yang digunakan dalam proses ini menggunakan *steam cracking* yaitu uap yang memiliki suhu yang tinggi. Salah satu contoh proses *thermal cracking* seperti pada gambar diatas.

2. *Catalytic*

Proses ini menggunakan katalis sebagai media yang dapat mempercepat laju reaksi, proses penguraian molekul besar menjadi molekul kecil dilakukan dengan suhu tinggi. Jenis katalis yang sering digunakan adalah silica, alumunia, zeloit dan beberapa jenis lainnya seperti *clay*, umumnya reaksi dari proses perengkahan katalitik menggunakan mekanisme perengkahan ion karbonium. Awalnya katalis yang memiliki sifat asam akan menambahkan proton ke dalam molekul olefin ataupun menarik ion hidrida dari alkana sehingga menyebabkan terbentuknya ion karbonium.

3. *Hydrocracking*

Proses *Hydrocracking* merupakan kombinasi antara perengkahan dan hidrogenasi untuk menghasilkan senyawa yang jenuh. Proses pereaksian dilakukan dengan tekanan tinggi, produk utama yang dihasilkan ialah bahan bakar jet, bensin, diesel yang mempunyai bilangan oktan yang tinggi. *Hydrocracking* memiliki kelebihan lain, yaitu kandungan sulfur yang terdapat pada fraksi yang akan diurai, senyawa sulfurnya akan diubah menjadi hidrogen sulfida sehingga proses pelepasan sulfur akan lebih mudah dilakukan.

b) Polimerisasi

Penggabungan dua atau lebih molekul- molekul kecil untuk membentuk kelom pok molekul kompleks disebut polimerisasi. Istilah ini berasal dari kata *poly* yang berarti banyak dan *meric (meros)* yang berarti bagian. Dengan demikian polimeric berarti suatu bagian yang berulang-ulang. Didalam proses ini sebagai ganti dari penambahan molekul-molekul yang berbeda atau sama (suatu molekul sederhana ditambahkan ke suatu molekul yang lain). Hidrokarbon seperti alkene (olefin) yang mengalami reaksi penggabungan dirinya sendiri dinyatakan sebagai reaksi polimerisasi. Sebagai contoh, molekul-molekul ethylene dapat saling menggabung dan penggabungannya dapat berulang-ulang tergantung pada produk akhir yang dikehendaki.

c) Reforming

Reforming adalah proses untuk memperlakukan straight-run gasoline atau naphtha yang mempunyai angka oktan rendah sehingga menjadi gasoline yang mempunyai angka oktan tinggi dengan maksud untuk memperbaiki kualitas pembakarannya (ignation performance). Didalam memperbaiki kualitas gasoline tidak hanya dari segi angka oktan saja, tetapi juga menaikkan daya penguapannya (volatility), karena melalui proses ini normal-paraffin dikonversikan menjadi iso-paraffin, aromatik dan olefin, disamping itu juga naphthene dikonversi menjadi aromatik. Berbagai reaksi akan terjadi dalam proses reforming seperti :

1. Isomerisasi yaitu mengkonversikan normal-paraffin menjadi iso-paraffin.
2. Siklisasi yaitu pembentukan senyawa siklis (cincin) dari senyawa alifatik.

Proses reforming dapat dilakukan secara thermal ataupun secara catalytic yang sering disebut *Thermal Reforming* dan *Catalytic Reforming*.

Di dalam proses pengolahan minyak, upaya untuk meningkatkan jumlah gasoline dilakukan dengan perengkahan (cracking), sedangkan untuk peningkatan mutu pembakaran bahan bakar (angka oktan) gasoline adalah merupakan sasaran utama dari proses reforming. Paraffin dengan rantai panjang akan direngkah menjadi paraffin dengan rantai lebih pendek dan olefin yang titik didihnya lebih rendah dari pada sebelumnya. Bahkan bisa juga reaksi yang terjadi tidak hanya perengkahan saja tetapi juga dibarengi dengan reaksi dehidrogenasi sehingga hasil reaksinya berupa molekul-molekul olefin pendek yang lebih reaktif untuk berpolimerisasi. Sebagai contoh heptane (C_7H_{16}) dipanaskan pada suhu 211 tekanan yang cukup tinggi akan dikonversi menjadi amylene (C_5H_{10}) yang mempunyai angka oktan 92, ethylene (C_2H_4) dengan angka oktan 81 dan hidrogen (H_2) yang banyak digunakan di dalam proses treating. (Robert, 1986)

Produk-Produk Minyak Bumi

Dengan adanya proses kimia dan fisika, minyak bumi mentah dapat diubah menjadi berbagai produk (Connel dan Miller, 1983). Jenis ikatan dari atom C dan atom H berkaitan dengan produk produk atau senyawa turunan minyak bumi. Produk produk tersebut meliputi (Nugroho, 2006) :

1. Gas, terdiri dari hydrocarbon C_1 hingga C_5 dari alkan rantai normal dan bercabang.
2. Bensin, terdiri dari hydrocarbon C_6 hingga C_{10} dari lakan rantai normal dan bercabang serta sikloalkana dan alkil benzena.
3. Kerosin, terdiri dari hydrocarbon C_{11} hingga C_{12} dari alkan arantai normal dan bercabang, sikloalkana, serta campuran aromatik sikloalkana.
4. Minyak diesel ringan, terdiri dari hidrokarbon C_{12} hingga C_{18} dari alkan rantai normal, sikloalkana, olefin, serta campuran aromatik dengan olefin (seperti stilena).
5. Minyak diesel berat dan minyak lumas ringan, terdiri dari hydrocarbon C_{18} hingga C_{25} .
6. Pelumas terdiri dari hydrocarbon C_{26} hingga C_{38} dari alkan rantai normal dan bercabang.
7. Aspal, terdiri dari senyawa polisiklik berat.

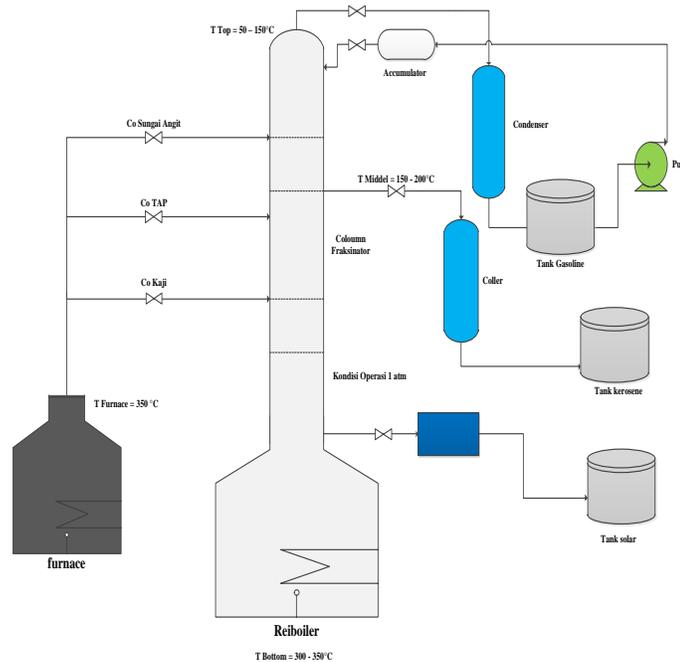
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari studi *literature* yang dilanjutkan dengan penyediaan bahan baku dan material yang akan digunakan. Setelah itu, mencari data *crude assay* yang diperlukan. Selanjutnya, menganalisa data apa saja yang diperlukan dalam perhitungan menggunakan data *crude assay* yang diberikan. Kemudian melakukan pengolahan data.

Untuk Rancangan alat distilasi jenis atmosferik dirancang dengan menggunakan

bahan baku *crude oil* yang berbeda, mempunyai *plate* ideal sebanyak 45 dengan tinggi kolom 207 cm dengan menggunakan *Tray* jenis *Sieve Tray* yang mempunyai *Downcomer* sebagai tempat cairan mengalir untuk mencegah terjadinya *Flooding* pada proses kontak antara uap dan cairan sehingga proses pemisahan terjadi secara maksimal.

Selain itu, kolom distilasi dilengkapi dengan refluks pada bagian *top* kolom untuk memurnikan produk serta mengatur volume produk yang dilengkapi dengan kondensor sebagai pendingin serta merubah fase uap menjadi cairan yang kemudian ditampung di akumulator. Sedangkan produk *bottom* kolom dipanaskan di *reboiler* untuk memanaskan uap-uap yang terperangkap di cairan sehingga uap tersebut terpisah dan menjadi produk sesuai fraksinya. Bahan material yang digunakan pada rancangan kolom distilasi ini menggunakan bahan *seamless* dan konstruksi *tray* yaitu besi serta bahan untuk kondensor menggunakan pipa *galvanic*. Rancangan distilasi ini dirancang untuk menguapkan *crude oil* sehingga menghasilkan produk sesuai.



Gambar 13. Rancangan alat Distilasi

Rancangan fungsional

Rancangan fungsional menjelaskan tentang fungsi-fungsi apa saja pada sistem perancangan alat tersebut. Uraian dari fungsi-fungsi dalam perencanaan alat fraksionasi (distilasi) sebagai berikut :

1. Kolom fraksionasi

Komponen dalam kolom fraksionasi ini terbagi lagi menjadi beberapa bagian, yaitu sebagai berikut :

- a. *Tray / plate*: *Tray / plate* terletak dibagian dalam kolom yang berfungsi sebagai alat untuk mengkontakkan antara cairan dan uap selama proses pemisahan berlangsung.
- b. *Downcomer*: Berfungsi sebagai tempat masuknya aliran dari atas berupa *liquid (plate atas)* ke *plate* bawah.

- c. *Weir*: Berfungsi sebagai penghalang yang dipasang di sejajar dengan *down comer* agar *liquid* yang tertampung di *tray* banyak sehingga efektif terjadinya kontak antara *liquid* dan uap.

2. Heater

Berfungsi untuk memanaskan bahan baku *crude oil* sebelum masuk ke dalam kolom fraksinasi dengan tegangan sebesar 220 volt, kuat arus sebesar 22 A dan daya sebesar 2500 watt (untuk 1 buah pemanas).

3. Condensor

Berfungsi sebagai pengubah fase uap yang keluar menjadi fase *liquid* sebagai produk puncak yang dikehendaki.

4. Feed Inlet

Berfungsi sebagai tempat masuknya *crude oil*.

5. Drain

Berfungsi sebagai membuang sisa-sisa *crude oil*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan efisiensi *tray* sebesar 61.08%. Efisiensi tersebut didapatkan dari persamaan :

$$\begin{aligned} E_0 &= 51 - 32.5 \log (\mu a \cdot \alpha a) \\ &= 51 - 32.5 \log (0,48724 \cdot 1,0049) \\ &= 61,08 \% \end{aligned}$$

Data tersebut merupakan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan data *crude assay* yang telah diberikan. Dari bahan minyak mentah / *crude oil* jenis campuran (Karakteristik Faktor, $K_{uop} = 11.6$).

Pembahasan

Sebelum mendapatkan besarnya efisiensi *trays* terlebih dahulu melakukan evaluasi minyak bumi (*Crude oil*) yang akan dijadikan raw material berupa SPD. Secara sederhana kami mendapatkan efisiensi *trays* sebesar 61, dengan melakukan perhitungan dari data *crude assay* yang ada. Jadi dari hasil efisiensi yang telah didapatkan dari perhitungan dapat diketahui bahwasannya efisiensi tersebut dikatakan baik, dengan alasan bahwa suatu efisiensi dapat dikatakan baik jika efisiensi yang dihasilkan itu minimal nilainya 60%. Apabila dibawah batas minimum maka efisiensi tersebut tidak baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan maka didapat besarnya efisiensi *trays* yaitu sebesar 61,08 % . Dengan kondisi operasi pada pemisahan *Crude Oil* SPD dengan parameter berupa *temperature* dari *Bubble Point* yaitu 147,18°C, *Dew Point* yaitu 147,22°C, *Flash Point* yaitu 147,216°C, Jumlah *Plate Minimum* yang dihasilkan dari perhitungan yaitu sebanyak 33,0177 plate, *Refluks Minimum* yaitu -0,6315, Nilai \emptyset yaitu 200, hasil dari V_{min}/D yaitu -0,0063, serta Efisiensi *Tray* yang dihasilkan yaitu sebesar 61,08 %. Jenis *Crude Oil* dari SPD dapat diketahui dari faktor K_{uop} yaitu 11.6 sehingga jenis *Crude Oil* tersebut yaitu *Crude Oil* Campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abiriga, F., Sam, O.K. 2014. *Effect of Grogs on in Budiman, Arief. 2015. Distilasi Teori*

- Pengendalian Operasi. Yogyakarta.*
- [2] *Hardjono, A. 2015. Teknologi Minyak Bumi. Yogyakarta.*
 - [3] *Hersaputri, Megarini et al. 2012. Perancangan Sistem Kontrol Proses Kolom Distilasi Minyak Mentah Berbasis Anfis*
 - [4] *Budiman, Arief. 2015. Distilasi Teori Pengendalian Operasi. Yogyakarta.*
 - [5] *Hardjono, A. 2015. Teknologi Minyak Bumi. Yogyakarta.*
 - [6] *Ludwig, Ernest E. 1997. Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 2, Third Edition. United States of America : Gulf Publishing Company.*
 - [7] *McCabe, Warren. L, Julian C.Smith, Peter Harriott. 1993. Unit Operation of Chemical Engineering. New York: McGraw-Hill.*
 - [8] *Nelson, W. L. 2005. Petroleum Refinery Engineering Fourth Edition. New York, Toronto, London:McGraw-Hill Book.*
 - [9] *Sinnot, R.K. 2005. Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design Volume 6 Fourth Edition. Amsterdam : E.SEMER*
 - [10] *Winkle, M. V. 1967. Distillation. New York : McGraw-Hill Book.*

HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN