



**STUDI PERANCANGAN MENARA DISTILASI UNTUK PEMISAHAN
PROPILEN GLIKOL DAN DIPROPILEN GLIKOL PADA
PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL KAPASITAS 50.000
TON/TAHUN**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia

Oleh:

Zhafira Yasmin

5213415020

TEKNIK KIMIA

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini

Semarang, 2 Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



Zhafira Yasmin

NIM. 5213415020

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Studi Perancangan Menara Distilasi untuk Pemisahan Propilen Glikol dan Dipropilen Glikol pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Kapasitas 50.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 25 Juli 2019.

Oleh

Nama : Zhafira Yasmin
NIM : 5213415020
Program Studi : Teknik Kimia

Panitia

Ketua



Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T.
NIP. 197405191999032001

Sekretaris



Dr. Megawati, S.T., M.T.
NIP. 197211062006042001

Penguji 2



Dhoni Hartanto, S.T., M.T., M.Sc.
NIP. 198711112015041003

Penguji 1



Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.
NIP. 197310172000032010

Pembimbing



Dr. Ratna Dewi K., S.T., M.T.
NIP. 197603112000122001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.
NIP. 196911301994031001

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Zhafira Yasmin
NIM : 5213415020
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : Studi Perancangan Menara Distilasi untuk Pemisahan Propilen Glikol
dan Dipropilen Glikol pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol
Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke panitia sidang ujian Skripsi
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 2 Juli 2019

Pembimbing



Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T.
NIP. 197603112000122001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“Ilmu pengetahuan itu bukanlah yang dihafal, melainkan yang memberi manfaat”

– Imam Syafi’i

”Efforts and courage are not enough without purpose and direction”

– John F. Kennedy

–

PERSEMBAHAN

1. Bapak, Ibu, Adik dan seluruh keluarga besar tercinta
2. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang
3. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang Angkatan 2015
4. Almamater Universitas Negeri Semarang
5. Tayo kucingku yang selalu setia menemani saat mengerjakan skripsi
6. Viona, Wilda, Ahmed, dan Putra tim pabrikku yang selalu membuatku semangat mengerjakan skripsi

ABSTRAK

STUDI PERANCANGAN MENARA DISTILASI UNTUK PEMISAHAN PROPILEN GLIKOL DAN DIPROPILEN GLIKOL PADA PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Zhafira Yasmin

Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Dosen Pembimbing : Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T.,M.T.

Propilen glikol diproduksi dari propilen oksida dan air dengan hidrolisis tanpa katalis fase cair dengan air berlebih. Proses pembuatan propilen glikol berlangsung dalam reaktor *plug flow* dan beroperasi secara adiabatik dengan perbandingan mol air dan propilen oksida yaitu 15:1. Proses ini dipilih karena reaksi terjadi pada tekanan yang tinggi yaitu 14,8 - 24,6 atm dan suhu 180°C. Reaksi utama hidrolisis propilen oksida dan air tersebut juga menghasilkan reaksi samping berupa dipropilen glikol dan tripropilen glikol.

Untuk memisahkan produk utama yaitu propilen glikol dengan produk samping digunakan alat menara distilasi. Menara distilasi ini memiliki prinsip kerja yaitu mampu memisahkan campuran multikomponen berdasarkan perbedaan titik didih. Senyawa yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu dan menjadi produk atas menara distilasi sedangkan titik didih yang tinggi akan menjadi produk bawah menara distilasi.

Menara distilasi digunakan tipe tray tower. Hasil perancangan menara distilasi pada penelitian ini yaitu diperoleh tinggi menara : 14,9 m dan diameter 0,8 m dengan bahan konstruksi yang digunakan yaitu Carbon Steel SA-283 Grade C.

Kata kunci : *propilen glikol, menara distilasi, tray tower*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini dengan Judul “Studi Perancangan Menara Distilasi untuk Pemisahan Propilen Glikol dan Dipropilen Glikol pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Strata I Jurusan Teknik Kimia pada Universitas Negeri Semarang.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan orang-orang disekitar kami, sehingga kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T.,IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas arahan dan motivasi yang membangun dalam penyusunan Skripsi
4. Dr. Widi Astuti, S.T.,M.T. dan Dhoni Hartanto, S.T.,M.T.,M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan koreksi dalam penyempurnaan penyusunan Skripsi.
5. Orangtua dan saudara/saudari, beserta keluarga lainnya yang telah memberi dukungan baik moril dan materil, serta doa yang tulus.
6. Segenap kawan seperjuangan Teknik Kimia UNNES angkatan 2015.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis mengharapkan saran untuk menyempurnakannya. Penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca yang membutuhkan informasi mengenai masalah yang dibahas dalam Skripsi ini, khususnya terkait bidang Teknik Kimia.

Semarang, 1 Agustus 2019

Zhafira Yasmin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUANPEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Propilen Glikol.....	5
2.2 Pengertian Distilasi	5
2.3 Menara Distilasi	6
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.2 Prosedur Kerja	11
BAB IV PEMBAHASAN.....	30
BAB V.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Komposisi Umpan Menara Distilasi	31
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan T_{Dew} umpan pada Menara Distilasi	32
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan T_{Bubble} umpan pada Menara Distilasi	33
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan T_{Dew} distilat pada Menara Distilasi	33
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan T_{Bubble} Bottom pada Menara Distilasi	34
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan <i>Relatif Volatility</i> pada Menara Distilasi	35
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Trial θ	35
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan R_{min}	36
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Viskositas Distilat	36
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Viskositas Bottom.....	38
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Neraca Massa Menara Distilasi	39
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Neraca Massa Menara Distilasi	40
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Densitas Cairan.....	42
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan.....	43
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Neraca Massa Menara Distilasi	43
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Densitas Cairan.....	44
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan pengetahuan dan teknologi perkembangan industri di Indonesia semakin pesat. Perindustrian merupakan salah satu komponen penting yang dapat menunjang perekonomian negara. Kementerian Perindustrian menargetkan pertumbuhan industri non-migas meningkat sebesar 4,8 - 5,3% pada tahun 2018 yang didukung oleh pembangunan kawasan industri di berbagai daerah di Indonesia (Hartarto, 2017).

Berbagai industri kimia yang telah tumbuh dan berkembang di Indonesia adalah industri petrokimia. Industri petrokimia adalah industri yang menghasilkan produk-produk untuk industri kimia dengan bahan baku dasar yang bersumber dari hasil pengolahan minyak dan gas bumi. Kebutuhan produk petrokimia terus mengalami peningkatan baik secara global maupun dalam negeri namun, jumlahnya masih belum memenuhi kebutuhan domestik sehingga masih harus impor dari luar negeri (Sulaiman, 2016). Salah satu produk untuk industri petrokimia yang masih impor yaitu propilen glikol.

Dalam perancangan suatu pabrik, keberadaan kolom distilasi adalah sebagai salah satu alat vital pada tahap pemisahan multikomponen menjadi bagian yang hampir selalu ada dalam rancangan proses lengkap. Pemahaman secara khusus mengenai alat ini dinilai sangat penting khususnya bagi mahasiswa agar penguasaan perancangan dan akurasi hasil perhitungan disain dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

Menara distilasi merupakan unit operasi yang sering dijumpai pada industri kimia. Proses distilasi merupakan proses yang sangat penting dalam industri petrokimia. Tujuan proses distilasi adalah untuk memisahkan komponen-komponen dari satu campuran seperti gas alam, menjadi komponen penyusunnya, seperti metana, etana, propana, butana, pentana, dan sebagainya. Komponen tersebut dipisahkan berdasarkan perbedaan volatilitas, yakni tingkat kemudahan suatu zat untuk menguap.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang diatas identifikasi masalah yang dapat dibahas yaitu:

1. Propilen glikol adalah salah satu bahan kimia yang penting untuk sebuah industri, namun untuk mencukupi kebutuhan propilen glikol dalam negeri masih harus impor.
2. Menara Distilasi digunakan untuk memisahkan propilen glikol sebagai produk utama dengan dipropilen glikol sebagai produk samping

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Perancangan pabrik propilen glikol di Indonesia perlu dilakukan karena belum ada pabrik yang memproduksi propilen glikol di Indonesia.
2. Menara distilasi tipe tray tower merupakan tipe menara distilasi yang akan dirancang dalam penelitian ini.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana tahap-tahap perancangan menara distilasi untuk memisahkan propilen glikol dengan dipropilen glikol ?
2. Bagaimana hasil perancangan menara distilasi dengan tipe tray tower ?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan tahap-tahap perancangan menara distilasi untuk memisahkan propilen glikol dengan dipropilen glikol
2. Mengetahui hasil perancangan menara distilasi dengan tipe tray tower ?

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memiliki manfaat bagi:

1. Lingkungan dan Masyarakat

Memberi kontribusi dan solusi pada proses pemisahan produk utama dan produk samping dengan menggunakan menara distilasi

2. IPTEK

Memberikan informasi bahwa proses pemisahan menggunakan menara distilasi tipe tray coloumn efisien digunakan dalam proses pemisahan pabrik propilen glikol.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Propilen Glikol

Propilen glikol adalah senyawa yang memiliki rumus kimia $C_3H_8O_2$ yang memiliki sifat fisik cair dan tidak berwarna. Propilen glikol digunakan sebagai dasar dalam produksi *antifreeze*, senyawa poliester untuk industri atau komersial, pelarut dalam cairan deterjen dan cat manufaktur, serta digunakan sebagai bahan obat-obatan, makanan hewan peliharaan, industri tembakau, dan sebagai bahan aditif dalam makanan (Hernandez, 2001).

➤ Sifat fisis

- Rumus molekul : $C_3H_8O_2$
- Berat molekul : 76,10 g/mol
- Warna : Tidak berwarna
- Fase (30°C, 1 atm) : Cair
- Titik didih : 187 °C
- Titik beku : -57 °C
- Densitas (30°C, 1 atm) : 1,030 g/ml
- Viskositas (30°C, 1 atm) : 36,615 cp
- Kemurnian : 99.5%
- Harga : US\$ 3/kg

(Yaws, 2008)

➤ Sifat Kimia

- Propilen glikol diesterifikasi dengan maleik, fumarik atau asam-asam sejenis hasil halida atau asam anhidrid menghasilkan mono dan diester dengan katalis peroksida pada tekanan rendah dengan zat adesif.
- Propilen glikol digunakan sebagai inisiator dalam katalis basa untuk menghasilkan mono (primer dan sekunder) dan dieter (polieterpoliol).
- Kondensasi propilen glikol dengan aldehid menghasilkan siklik asetal atau 4 metil 1,3 dioksilan.

(Ullmann, 1983)

2.2 Pengertian Distilasi

Distilasi adalah metode pemisahan bahan kimia multikomponen berdasarkan perbedaan titik didih dan kemudahan menguap (volatilitas) bahan. Dalam proses distilasi, campuran zat yang dididihkan akan menguap dan uap tersebut kemudian didinginkan kembali membentuk 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 apabila telah mencapai titik didihnya. Metode ini termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. (Treyball, 1988).

2.3 Menara Distilasi

Menara distilasi adalah tempat terjadinya proses distilasi yaitu pemisahan campuran bahan menjadi fraksi-fraksi yang lebih murni berdasarkan perbedaan volatilitas fraksi-fraksi penyusunya. Campuran yang masuk ke dalam kolom distilasi akan dipanaskan oleh uap panas (steam) pada bagian reboiler sehingga fraksi yang mudah menguap akan menguap naik ke bagian atas kolom distilasi untuk selanjutnya dikondensasikan. Bagian yang tidak menguap akan dikeluarkan sebagai *bottom product* kolom distilasi. Bagian-bagian dari kolom distilasi diantaranya:

1. Kolom vertikal adalah tempat terjadinya pemisahan fraksi dari larutan
2. Tray sebagai tempat terjadinya pertukaran panas antara cairan dari bagian atas kolom menuju ke bawah dengan uap fraksi dari bawah yang menuju ke atas. Pertukaran panas ini berguna untuk meningkatkan kemurnian fraksi yang ingin diambil sebagai distilat.
3. Ketel pemanas (reboiler) berfungsi untuk memanaskan kembali umpan (feed) yang berada di bagian dasar kolom distilasi. Tipe lain reboiler adalah steam yang langsung masuk ke dalam bagian dasar kolom untuk memanaskan umpan.
4. Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan overhead product (distilat) yang akan ditampung pada akumulator (reflux drum).
5. Distilat dan *bottom product* adalah hasil pemisahan kolom distilasi.
6. Reflux adalah distilat yang dikembalikan ke dalam kolom distilasi. Reflux berfungsi untuk meningkatkan kemurnian distilat tersebut (Perdana, dkk, 2010)

Jenis-jenis menara distilasi:

1. Destilasi Sederhana

Destilasi sederhana adalah teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Senyawa yang terdapat dalam campuran akan menguap saat mencapai titik didih masing-masing.

2. Destilasi Fraksionasi (Bertingkat)

Sama prinsipnya dengan destilasi sederhana, namun destilasi bertingkat ini memiliki rangkaian alat kondensor yang lebih baik, sehingga mampu memisahkan dua komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang berdekatan. Untuk memisahkan dua jenis cairan yang sama mudah menguap dapat dilakukan dengan destilasi bertingkat. Destilasi bertingkat adalah suatu proses destilasi berulang. Proses berulang ini terjadi pada kolom fraksional. Kolom fraksional terdiri atas beberapa plat dimana pada setiap plat terjadi pengembunan. Uap yang naik plat yang lebih tinggi lebih banyak mengandung cairan yang lebih atsiri (mudah menguap) sedangkan cairan yang kurang atsiri lebih banyak kondensat.

3. Destilasi Azeotrop

Memisahkan campuran azeotrop (campuran dua atau lebih komponen yang sulit di pisahkan), biasanya dalam prosesnya digunakan senyawa lain yang dapat memecah ikatan azeotrop tersebut atau dengan menggunakan tekanan tinggi.

4. Destilasi Uap

Untuk memurnikan zat / senyawa cair yang tidak larut dalam air, dan titik didihnya cukup tinggi, sedangkan sebelum zat cair tersebut mencapai titik didihnya, zat cair sudah terurai, teroksidasi atau mengalami reaksi perubahan (rearrangement), maka zat cair tersebut tidak dapat dimurnikan secara destilasi sederhana atau destilasi bertingkat, melainkan harus didestilasi dengan destilasi uap. Destilasi uap adalah istilah yang secara umum digunakan untuk destilasi campuran air dengan senyawa yang tidak larut dalam air, dengan cara mengalirkan uap air kedalam campuran sehingga bagian yang dapat menguap berubah menjadi uap pada temperature yang lebih rendah dari pada dengan pemanasan langsung.

5. Destilasi Vakum

Memisahkan dua komponen yang titik didihnya sangat tinggi, metode yang digunakan adalah dengan menurunkan tekanan permukaan lebih rendah dari 1 atm, sehingga titik didihnya juga menjadi rendah, dalam prosesnya suhu yang digunakan untuk mendistilasinya tidak perlu terlalu tinggi

(Walangare kk, 2013)

Pada bagian bawah kolom distilasi terdapat sumber panas, yaitu reboiler. Pada bagian atas kolom distilasi terdapat condenser yang mendinginkan uap dari stage teratas menjadi cair dan sebuah penampung yang menampung cairan dan mengizinkan sebagian cairan ini dikembalikan sebagai reflux dan sebagian lagi diambil sebagai distilat. Faktor-faktor yang mempengaruhi operasi kolom distilasi, antara lain:

1. Kondisi feed (q)

Keadaan campuran dan komposisi feed (q) mempengaruhi garis operasi dan jumlah stage dalam pemisahan serta mempengaruhi lokasi feed tray.

2. Kondisi Refluks

Pemisahan semakin baik jika sedikit tray yang digunakan untuk mendapatkan tingkat pemisahan. Tray minimum dibutuhkan dibawah kondisi total refluks, yakni tidak ada penarikan distilat. Sebaliknya refluks berkurang, garis operasi untuk seksi rektifikasi bergerak terhadap garis kesetimbangan

3. Kondisi Aliran Uap

Kondisi aliran uap yang merugikan dapat menyebabkan:

a. Foaming

Mengacu pada ekspansi liquid melewati uap atau gas. Walaupun menghasilkan kontak antar fase liquid-uap yang tinggi, foaming berlebihan sering mengarah pada terbentuknya liquid pada tray.

b. Entrainment

Mengacu pada liquid yang terbawa uap menuju tray diatasnya dan disebabkan laju alir uap yang tinggi menyebabkan efisiensi tray berkurang. Bahan yang sukar menguap terbawa menuju plate yang menahan liquid dengan bahan yang mudah menguap. Dapat mengganggu kemurnian distilat. Entrainment berlebihan dapat menyebabkan flooding.

c. Weeping/ Dumping

Fenomena ini disebabkan aliran uap yang rendah. Tekanan yang dihasilkan uap tidak cukup untuk menahan liquid pada tray. Karena itu liquid mulai merembes melalui perforasi.

- d. Flooding Terjadi karena aliran uap berlebih menyebabkan liquid terjebak pada uap diatas kolom. Peningkatan tekanan dari uap berlebih menyebabkan kenaikan liquid yang bertaan pada plate diatasnya. Flooding ditandai dengan adanya penurunan tekanan diferensial dalam kolom dan penurunan yang signifikan pada efisiensi pemisahan. (Komariah, 2009)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan perancangan menara distilasi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Spesifikasi dan ukuran menara distilasi yang dibutuhkan untuk memisahkan propilen glikol dan dipropilen glikol pada prarancangan pabrik propilen glikol kapasitas 50.000 ton/tahun yaitu:

Jenis : Tray Tower

Jumlah Plate : 29 buah

Lokasi Umpan : Plate ke 21 dari bawah

Tray spacing : 0,5 m

Tinggi Menara : 14,909 m

Diameter Menara : 0,886 m

Tebal Shell : 0,187 in

Tebal Head : 0,187 in

2. Bahan konstruksi yang digunakan adalah Carbon Steel SA-283 Grade C

5.2 Saran

1. Perlu dipelajari lebih lanjut perancangan menara distilasi

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. Impor Propilen Glikol.2018.
- Brownel, Lloyd E., Young, Edwin H. 1959. *Process Equipment Design:Process Vesel Design*. New York:John Wiley dan Sons inc.
- Coulson and Richardson. 2005. *Chemical Engineering Design*. Vol 6 4th ed. Oxford:Elsevier Ltd.
- Perdana, Y., Ekawati, E., Hadisupadmo, S. 2010. Studi Perancangan Kontrol Prediktif pada Kolom Distilasi Di Crude Distillation UnitPT Pertamina UP VI Balongan. Vol 2 (2), 2010. Divisi Riset Instrumentasi dan Kontrol Fakultas Teknologi Industri , Institut Teknologi Bandung
- Peters, M.,S., Timmerhaus, K.,D., 1997. *Perrys Chemical Engineer Handbook*, 7th ed, McGraw Hill Companies.
- Perry, R.H and Green, D.W. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 7th edition. New York:Mc Graw-Hill Book Co.
- Sulaiman, F. 2016. *Mengenal Industri Petrokimian*. Untirta Press:Banten.
- Ullmann's.1983. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH Verlag & Co.KgaA. Weinheim.
- Walangare, K., B., A., Lumenta A., S., Wuwung, M., J., O., Sugiarto, B., A. . 2013 Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer.
- Yaws, C.L. 2009. *Thermodynamic and Physical Properties Data*. Singapore:Mc Graw Hill Book Co.

