



**SPESIFIKASI ALAT DECANTER PADA PRA-RANCANGAN PABRIK
BUTIL ASETAT DENGAN PROSES REACTIVE DISTILLATION
KAPASITAS 18.000 TON/TAHUN**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia**

Oleh

Aditia Dwipawarman

NIM. 5213415053

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
SEMARANG
2019**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Aditia Dwipawarman
NIM : 5213415053
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : Prarancangan Pabrik n-Butil Asetat Dengan Proses *Reactive Distillation* Kapasitas 18.000 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, 12 Agustus 2019
Pembimbing



Dr. Astrilia Damayanti, S.T., M.T.

NIP. 197309082006042001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Spesifikasi Alat Decanter Pada Pra-rancangan Pabrik n-Butil Asetat Dengan Proses *Reactive Distillation* Kapasitas 18.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 22 Agustus 2019.

Oleh

Nama : Aditia Dwipawarman
NIM : 5213415053
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. 197310172000032001

Pembimbing



Dr. Astrilia Damayanti, S.T., M.T.
NIP. 197309082006042001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

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, 12 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



Aditia Dwipawarman

NIM. 5213415053

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“Satu-satunya hal yang harus kita takuti adalah ketakutan itu sendiri”

- Franklin D. Roosevelt

“Jangan pernah takut untuk mencoba sebelum tahu hasilnya”

“Keluh kesah adalah sampah”

PERSEMBAHAN

1. Perkembangan ilmu dan teknologi Bangsa dan Negara Indonesia
2. Bapak, Ibu, Adik, Kakak dan seluruh keluarga besar tercinta
3. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang
4. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang Angkatan 2015
5. Masruroh Zana Undatul Faroh, yang selalu memberikan semangat
6. Almamater Universitas Negeri Semarang

ABSTRAK
SPESIFIKASI ALAT DECANTER PADA PRA-RANCANGAN PABRIK
n-BUTIL ASETAT

Aditia Dwipawarman

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

adit.dwipawarman@students.unnes.ac.id

Indonesia sebagai negara berkembang, saat ini berada pada suatu tahap yang penting dalam memasuki era globalisasi. Dalam melaksanakan tahap ini, pemerintah Indonesia melakukan pengembangan dalam berbagai bidang, termasuk di sektor industri. Salah satunya adalah dengan cara memenuhi kebutuhan bahan-bahan industri dalam negeri tanpa harus mengimpor bahan dari negara lain melalui pendirian pabrik-pabrik kimia. Berkembangnya industri didorong oleh beberapa faktor, salah satunya adalah permintaan pasar yang tinggi baik di dalam maupun di luar negeri, sehingga meningkatkan pembangunan industri untuk memenuhi kebutuhan pasar tersebut. Seiring meningkatnya produksi industri di Indonesia tentunya juga diiringi dengan meningkatnya kebutuhan bahan baku. Contoh bahan baku industri yang banyak diimpor dari luar negeri adalah n-butyl asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$). Dari tahun ke tahun impor n-butyl asetat selalu meningkat. Pada tahun 2018 total impor n-butyl asetat mencapai 15.583,554 ton. Butyl asetat dalam industri digunakan untuk berbagai kepentingan, antara lain adalah sebagai solvent, karena dapat melarutkan resin-resin dan memberikan ketahanan terhadap lapisan pelindung. Butyl asetat merupakan pelarut yang digunakan untuk proses pelapisan dan ekstraksi. Industri berbahan baku n-butyl asetat memiliki potensial dalam perkembangannya, namun tidak sebanding karena industri dalam negeri yang memproduksi n-butyl asetat baru sedikit tetapi kebutuhan setiap tahunnya akan terus meningkat seiring dengan pentingnya n-butyl asetat yang dijadikan bahan baku suatu produk yang nantinya memiliki nilai yang tinggi. Melihat kondisi ini merupakan suatu peluang untuk dapat mendirikan pabrik n-butyl asetat dengan kapasitas produksi memadai yaitu kapasitas 18.000 ton/tahun. Metode yang digunakan untuk memisahkan komponen organik dengan butanol dan butyl asetat yaitu dengan menggunakan decanter. Decanter pada prarancangan pabrik n-butyl asetat dirancang untuk memisahkan komponen organik dengan butanol dan n-butyl asetat. Kemurniannya yaitu mencapai 96%. Dari hasil perancangan, decanter merupakan tipe *silinder horizontal* dengan volume decanter sebesar 628,77 L. Bahan konstruksi yang digunakan yaitu *Carbon Steel SA-283 Grade C*.

Kata Kunci: n-butyl asetat, metode, decanter.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini dengan Judul **“Spesifikasi Alat Decanter Pada Pra-Rancangan Pabrik N-Butil Asetat”**. 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. Astrilia Damayanti, 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, 18 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 n-Butil Asetat	5
2.2 Proses Pembuatan n-Butil Asetat	5
BAB III METODE PENELITIAN	9
3.1 Diagram Alir Proses	9
3.2 Menghitung Densitas Campuran	10

3.3 Menghitung Viskositas Campuran.....	10
3.4 Menghitung Waktu Tinggal.....	11
3.5 Menghitung Volume Decanter	12
3.6 Menghitung Diameter dan Panjang Decanter.....	12
3.7 Perhitungan Tebal <i>Shell</i> Decanter.....	12
3.8 Menentukan Tebal <i>Head</i>	13
3.9 Menghitung Panjang Total Decanter	14
3.10 Menghitung Diameter Pipa Pemasukan dan Pengeluaran.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Menghitung Densitas Campuran	17
4.2 Menghitung Viskositas Campuran.....	19
4.3 Menghitung Waktu Tinggal.....	21
4.4 Menghitung Volume Decanter	22
4.5 Menghitung Diameter dan Panjang Decanter.....	23
4.6 Perhitungan Tebal <i>Shell</i> Decanter.....	25
4.7 Menentukan Tebal <i>Head</i>	27
4.8 Menghitung Panjang Total Decanter	29
4.9 Menghitung Diameter Pipa Pemasukan dan Pengeluaran.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian	9
GAMBAR 4.2. Desain <i>Head Vessel</i>	30

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 Pertimbangan Proses Pembuatan n-Butil Asetat	8
TABEL 4.1 Data Densitas Masing-Masing Komponen	17
TABEL 4.2 Hasil Perhitungan Densitas campuran	19
TABEL 4.3 Data Koefisien Viskositas	20
TABEL 4.4 Viskositas Masing-Masing Komponen.....	20
TABEL 4.5 Hasil Perhitungan Viskositas Campuran	21

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara berkembang, saat ini berada pada suatu tahap yang penting dalam memasuki era globalisasi. Dalam melaksanakan tahap ini, pemerintah Indonesia melakukan pengembangan dalam berbagai bidang, termasuk di sektor industri. Salah satunya adalah dengan cara memenuhi kebutuhan bahan-bahan industri dalam negeri tanpa harus mengimpor bahan dari negara lain melalui pendirian pabrik-pabrik kimia. Berkembangnya industri didorong oleh beberapa faktor, salah satunya adalah permintaan pasar yang tinggi baik di dalam maupun di luar negeri, sehingga meningkatkan pembangunan industri untuk memenuhi kebutuhan pasar tersebut. (Kustanto, et.al 2012)

Seiring meningkatnya produksi pada industri-industri di Indonesia tentunya juga diiringi dengan meningkatnya kebutuhan bahan baku . Salah satu contoh bahan yang digunakan dalam proses produksi dapat diperoleh dari dalam maupun luar negeri. Contoh bahan baku industri yang banyak diimpor dari luar negeri adalah n-buti asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$). Dari tahun ke tahun impor n-butyl asetat selalu meningkat. Pada tahun 2018 total impor n-butyl asetat mencapai 15.583,554 ton (Badan Pusat Statistik, 2018).

Butil asetat dalam industri digunakan untuk berbagai kepentingan, antara lain adalah sebagai *solvent*, karena dapat melarutkan resin-resin dan memberikan ketahanan terhadap lapisan pelindung. Butil asetat merupakan pelarut yang digunakan untuk proses pelapisan dan ekstraksi. Sebagai pelarut pada

proses pelapisan, dapat digunakan untuk pelapisan selulosa nitrat, selulosa asetat butirat, etil selulosa, *chlorinated rubber*, polistirena, dan *resin metakrilat*. Sedangkan sebagai pelarut pada proses ekstraksi, digunakan untuk ekstraksi berbagai minyak dan obat-obatan. Selain sebagai pelarut, dapat digunakan sebagai bahan pembuatan parfum serta sebagai komponen pada aroma sintetis seperti aprikot, pisang, pir, nanas, delima, dan raspberry (Mc. Ketta, 1977)

Industri berbahan baku n-butil asetat memiliki potensial dalam perkembangannya, namun tidak sebanding karena industri dalam negeri yang memproduksi n-butil asetat baru sedikit tetapi kebutuhan setiap tahunnya terus meningkat seiring dengan pentingnya n-butil asetat yang dijadikan bahan pembuatan suatu produk yang nantinya memiliki nilai yang tinggi. Melihat kondisi ini merupakan suatu peluang untuk dapat mendirikan pabrik n-butil asetat dengan kapasitas produksi memadai. Bahan utama pembuatan n-butil asetat adalah asam asetat (CH_3COOH) yang didapatkan dari PT Indo Acidatama Solo dan n-butanol ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$) yang diperoleh dari PT Oxo Nusantara Gresik.

Dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri serta dapat mendorong berdirinya pabrik lainnya sehingga dapat mengurangi ketergantungan akan bahan-bahan kimia dari negara lain. Selain itu dapat menciptakan lapangan kerja baru, membuka kesempatan kerja dan pemerataan tenaga kerja sehingga meminimalisir resiko pengangguran, serta menumbuhkan industri potensial di Indonesia.

Proses utama dalam pembuatan n-butyl asetat adalah proses esterifikasi. Proses esterifikasi merupakan proses pembentukan *ester*, hasil reaksi dari alkohol dan asam karboksilat dengan air sebagai hasil sampingnya (Bessling et.al, 2000).

Menurut Mc Ketta (1977) pembuatan n-butyl asetat merupakan proses esterifikasi n-butanol dan asam asetat. Reaksi yang berlangsung merupakan reaksi bolak-balik (*reversible*) dan eksotermis. Pada reaksi *reversible*, reaksi akan bergeser ke arah kanan apabila produk secara kontinyu. Reaksi ini juga berlangsung dalam kondisi azeotrop, karena titik didih butanol dan asam asetat hampir sama, butanol memiliki titik didih 117,7 °C dan asam asetat memiliki titik didik 118,1 °C

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dapat dirumuskan dari latar belakang yang telah diuraikan yaitu:

1. Bagaimana langkah rancangan alat dekanter pada pra-rancangan pabrik n-butyl asetat?
2. Bagaimana hasil rancangan alat dekanter pada pra-rancangan pabrik n-butyl asetat?

1.3 Tujuan

Secara khusus penelitian ini bertujuan, antara lain:

1. Mengetahui langkah rancangan alat dekanter pada pra-rancangan pabrik n-butyl asetat.
2. Mengetahui hasil rancangan alat dekanter pada pra-rancangan pabrik n-butyl asetat.

1.4 Manfaat

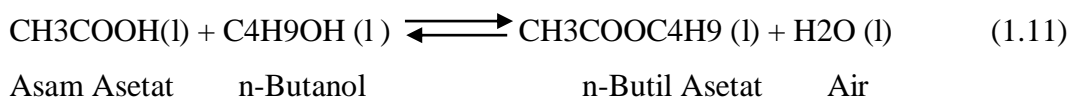
1. Memberikan pengetahuan mengenai rancangan alat dekanter pada pra-rancangan pabrik n-butyl asetat.
2. Dapat mengaplikasikan hasil rancangan alat dekanter pada industri terutama dalam pabrik n-butyl asetat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 n-Butil Asetat

Proses utama dalam pembuatan n-butyl asetat adalah proses esterifikasi. Proses esterifikasi merupakan proses pembentukan ester, hasil reaksi dari alkohol dan asam karboksilat dengan air sebagai hasil sampingnya (Bessling et.al, 2000). Adapun macam-macam proses esterifikasi secara umum adalah sebagai berikut: Berikut merupakan reaksi esterifikasi pembentukan n-butyl asetat dari asam asetat dan n-butanol:



2.2 Proses Pembuatan n-Butil Asetat

Adapun proses esterifikasi butyl asetat sendiri terdapat beberapa macam, berikut merupakan proses-proses pembuatan butyl asetat dengan cara esterifikasi:

1. Esterifikasi Batch

Asam asetat beserta n-butanol diumpangkan ke dalam reaktor dengan suhu proses mencapai (175-220° C). Ketika telah didapatkan suhu reaksi, asam sulfat sebagai katalisator dimasukkan untuk mempercepat reaksi pembentukan n-butyl asetat. Setelah proses reaksi pada reaktor, hasil dari reaksi tersebut seluruhnya diumpangkan ke dalam menara distilasi untuk memisahkan produk dengan katalis dan sisa reaktan. Hasil atas yang terkondensasi sebagai distilat akan masuk ke dekanter, sementara hasil bawah

akan diumpangkan kembali untuk siklus selanjutnya. Distilat yang masuk ke dalam dekanter membentuk dua lapisan cair-cair. Cairan yang masih mengandung bahan organik dikembalikan ke dalam kolom destilasi sebagai refluks, sementara butil asetat dan air ditransportasikan menuju flash column untuk separasi lanjut. Air yang terpisah kemudian diolah di penolahan limbah dan butil asetat dialirkan ke tangki penyimpanan. Pada proses esterifikasi batch ini konversi produk dapat mencapai 95%, pada saat konversi mencapai 90 % laju reaksi akan melambat secara substansial dan memerlukan waktu setengah dari waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konversi 90% agar konversi naik sebesar 4-5 % sehingga mencapai 95 %. (De Munck et.al, 2011)

2. Esterifikasi Kontinyu

Pada proses pembuatan n-butil asetat secara kontinyu ini n-butanol, asam asetat, dan Asam Sulfat sebagai katalis diumpangkan ke dalam reaktor kettle. Reaktor dipanaskan dalam suhu 115-120 oC. Setelah proses reaksi dalam reaktor, campuran diumpangkan ke menara distilasi dengan tekanan sebesar 18-20 psia dengan dibantu nitrogen. Keseimbangan esterifikasi dicapai dalam waktu 30 menit. Setelah proses distilasi, produk n-butil asetat keluar dari menara distilasi yang merupakan campuran azeotrop dari n-butanol, n-butil asetat dan air. Campuran masuk ke dalam separator 3 fasa untuk pemisahan. Dimana air sebagai produk bawah separator dibuang, dan campuran yang berada pada lapis kedua separator dikembalikan ke menara distilasi sebagai reflux. Sedangkan campuran atas dari separator dialirkan ke menara distilasi

kedua untuk pemurnian produk kembali. Setelah itu, produk dihasilkan dengan kemurnian 92 %. (Joshep et.al, 1992)

3. Reactive Distillation

Reactive Distillation (RD) merupakan salah satu cara untuk memproduksi butil asetat. RD menggabungkan proses reaksi dan pemisahan di dalam satu alat berbentuk kolom. Proses dapat dijalankan baik secara batch maupun kontinyu. Awalnya asam asetat dan n-butanol diumpankan menuju mixer, kemudian setelah itu masuk ke dalam kolom distilasi reaktif, dimana campuran akan bereaksi, dibantu dengan katalis berupa ion exchange resin (Amberlyst-15) Kolom dipansakan dengan boiler di bagian bawah kolom. Terdapat 3 bagian utama pada kolom ini yang terdiri dari 1 reactive zone dan 2 non-reactive zone. Produk n-butyl asetat keluar sebagai produk bawah. Sedangkan produk atas merupakan campuran azeotrop yang merupakan komponen organik yang terdiri dari n-butanol, air dan n-butyl asetat, yang akan melalui separator untuk dilakukan pemisahan dengan air yang masih mengandung sedikit asam asetat dan n-butanol. Komponen organik dikembalikan sebagai reflux setelah terpisah dengan campuran air tadi. Dengan proses ini n-butyl acetate yang dihasilkan dapat mencapai kemurnian 96,01 % dengan dalam kolom sebesar 0,69 atm. Katalis yang digunakan adalah ion exchange resin, Amberlyst-15. (Bessling et.al, 2000)

Tabel 2.1. Pertimbangan Proses Pembuatan n-Butil Asetat

Keterangan	Batch Esterification	Continous Esterification	Reactive Distillation
Jenis Katalis	Asam Sulfat	Asam Sulfat	Ion Exchange Resin
Kemurnian	95%	92%	96,01%
Temperatur	175 – 220 °C	115 – 120 °C	81 – 115 °C
Kapasitas	Kecil	Besar	Besar

Berdasarkan pertimbangan proses pada tabel 2.1. proses yang dipilih adalah *Reactive Distillation*. Pertimbangan yang pertama adalah konversinya yang paling tinggi. Selain itu penggunaan alat yang lebih ekonomis, karena alat utama pada proses esterifikasi batch dan kontinyu masih menggunakan reaktor dan distilator, sedangkan pada proses *reactive distillation* reaksi dan distilasi dilakukan pada 1 kolom distilasi reaktif. Adapun katalis yang digunakan pada esterifikasi batch dan esterifikasi kontinyu adalah asam sulfat sedangkan pada *reactive distillation process* adalah *Ion Exchange Resin* berupa *amberlyst-15* atau dengan nama lain *1-bromo-2-methoxyethane*, yang memiliki kestabilan dan struktur pori yang terbuka dan ketahanan yang lebih baik terhadap senyawa pengoksidasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Tipe dekanter pada rancangan pabrik n-butyl asetat ini yaitu Silinder Horizontal.
2. Bahan yang digunakan yaitu jenis *Carbon Steel SA-283 Grade C*.
3. Waktu tinggal dekanter yaitu 29,71 menit.
4. Diameter volume tangki pada dekanter sebesar 25,351 in.
5. Volume dekanter sebesar 628,77 L.
6. Panjang total dekanter sebesar 2,0531 in.
7. Tebal *shell* sebesar 0,25 in dan tebal *head* sebesar 0,3125 in.
8. Diameter pipa pemasukan yaitu 1 in sch 40, OD 1,32 in dan ID 1,049 in, sedangkan diameter pipa pengeluaran yaitu 6 in sch 40, OD 6,625 in dan ID 6,065 in.

5.2 Saran

1. Dapat dilakukan desain menggunakan software simulasi *aspen plus* kemudian membandingkannya dengan perhitungan manual.
2. Gunakan asumsi-asumsi nilai ketetapan berdasarkan referensi dari *Patent* lainnya dan membandingkannya dengan hasil perhitungan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, Robert S, Newton Robert D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- Bessling, Bernd., Grinstad ,Bernd Lohe, Heidelberg. *Process Preparing Ester from Carbocilic Acid*. US PATENT. 2000
- BPS Provinsi Banten. 2017. *Berita Resmi Statistik: Keadaan Ketenagakerjaan Banten Februari 2017*. Banten.
- BPS. 2018. www.bps.go.id. Diakses pada 12 Desember 2018.
- Brown, George G. 1950. *Unit Operation*. CBS Publisher. New Delhi.
- Brownell, Lloyd E, Young, Edwin H. 1959. *Process Equipment Design: Process Vessel Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York
- Eckert, M, Fleischmann, G, Jira, R, Bolt, H.M, Golka, K. 2012. *Ullmann's Encyclopedia of Indonesia Chemistry: Acetaldehyde, vol 1*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim.
- Lederer, Jaromim. *Process And Apparatus For Theproduction Of Butylacetate And US PATENT*.2002
- Geankoplis, Christine J. 1993. *Transport Processes and Unit Operations, 3rd ed*. Prentice-Hall International, Inc. USA.
- Giatman, M. 2006. *Ekonomi Teknik*. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta
- Groggins, P.H. 1958. *Unit Processes in Organic Synthesis, 5th ed*. McGraw Hill Companies, Inc. USA.
- ICIS, 2017. www.icis.com. Diakses pada 10 Oktober 2017.
- Kern, Donald Q. 1983. *Process Heat Transfer*. The McGraw-Hill Companies, Inc. Tokyo.
- McKetta, J.J. 1976. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design Volume 3*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- McKetta, John J. 1993. *Chemical Processing Handbook*. Marcell Dekker, Inc. New York.
- Pemerintah Kota Cilegon. 2011. *Peraturan Daerah Kota Cilegon No. 03 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Cilegon Tahun 2010-2030*. Cilegon.

Perry, R.H and Green, D.W. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 7th edition.

Mc Graw-Hill Book Co. New York.

Perry, Robert H, Green, Don W. 1997. *Perry's Chemical Engineers'*, 7th ed. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.

Perzon, H. 2015. *A Simulation Model of a reactor for*. Lund: Department of Chemical Engineering.

Peters, Max. S, Timmerhaus, Klaus D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4th ed. The McGraw-Hill Companies, Inc. Singapore.