

**PRARANCANGAN PABRIK DIBUTIL FTALAT DARI ANHIDRIDA
FTALAT DAN N-BUTANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI



Lindi Juliantri (1900020049)

Rahma Yunita Amalia (1900020052)

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK DIBUTIL FTALAT DARI ANHIDRIDA
FTALAT DAN N-BUTANOL DENGAN PEROSEK ESTERIFIKASI
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

Yang telah dipersiapkan dan disusun oleh:

Lindi Juliantri (1900020049)

Rahma Yunita Amalia (1900020052)

Telah disetujui oleh

Dosen pembimbing skripsi Program Studi S1 Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk mendapat gelar sarjana.

Dosen Pembimbing



(Dr. Endah Sulistiawati, S.T., M.T., IPM.)

NIY. 60010253

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK DIBUTIL FTALAT DARI ANHIDRIDA
FTALAT DAN N-BUTANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

Oleh:

Lindi Juliantri (1900020049)

Rahma Yunita Amalia (1900020052)

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

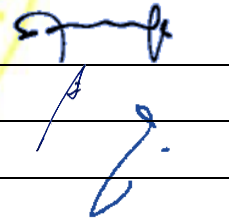
Pada tanggal 12 Maret 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji:

Ketua : Dr. Endah Sulistiawati, S.T., M.T., IPM.

Anggota : 1. Agus Aktawan, S.T., M.Eng.

2. Dr. Ir. Erna Astuti, S.T., M.T., IPM.



Dekan

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan



(Sunardi, S.T., M.T., Ph.D.)

NIY. 60010313

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : 1. Lindi Juliantri (1900020049)
2. Rahma Yunita Amalia (1900020052)

Program Studi : S1 Teknik Kimia

Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang kami tulis ini dengan judul Prarancangan Pabrik Dibutil Ftalat Dari Anhidrida Ftalat Dan N-Butanol Dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 60.000 Ton/Tahun benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang kami akui sebagai hasil tulisan atau pikiran kami sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil karya jiplakan, maka kami bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 22 Februari 2023

Yang membuat pernyataan



(Lindi Juliantri)



(Rahma Yunita Amalia)

PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : 1. Lindi Juliantri (1900020049)
2. Rahma Yunita Amalia (1900020052)
Email : rahma1900020052@webmail.uad.ac.id
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Dibutil Ftalat Dari Anhidrida Ftalat Dan N-Butanol Dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 60.000 Ton/Tahun

Dengan ini kami menyerahkan hak *sepenuhnya* kepada Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan untuk menyiapkan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya aini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut.

Kami (**mengizinkan/ tidak mengizinkan**)* karya tersebut diunggah ke dalam Repository Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 22 Februari 2023



Lindi Juliantri



Rahma Yunita Amalia

Mengetahui,
Pembimbing**



Dr. Endah Sulistiawati, S.T., M.T., IPM.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, tak lupa sholawat beserta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyusun dan menyelesaikan naskah skripsi dengan judul **"Prarancangan Pabrik Dibutil Ftalat dari Anhidrida Ftalat dan N-Butanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 60.000 Ton/Tahun"** dengan sebaik-baiknya.

Skripsi prarancangan pabrik ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia S-1 pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.

Dalam penyusunan naskah ini penyusun banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak baik yang secara langsung maupun tidak langsung. Maka pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Muchlas, M.T. selaku Rektor Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
2. Bapak Sunardi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
3. Bapak Agus Aktawan, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Endah Sulistiawati, S.T., M.T., IPM. Selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingan, arahan, saran, dan motivasinya.
5. Kedua orang tua, kakak, serta seluruh keluarga tercinta atas do'a, semangat, dan dukungannya.
6. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan dan bantuan.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu secara moril maupun materil.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan naskah skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan naskah ini untuk kedepannya.

Akhir kata penyusun berharap Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi wawasan bagi penyusun khususnya dan bagi pembaca serta semua pihak pada umumnya.

Yogyakarta, 22 Februari 2023

Penyusun

HALAMAN PERSEMBAHAN

PENULIS I

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala rasa syukur, kerja keras, niat, dan keikhlasan do'a yang selalu terucap dalam setiap langkah dengan penuh air mata setiap hari dan semua kesusahan yang membuat pikiran terasa tidak menentu dengan memegang prinsip menyerahkan segala keinginan dan kemudahan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha kuasa dan maha pemberi segala kebahagiaan. Alhamdulillah dan rasa syukur yang tiada hentinya kepada Allah SWT yang telah memberikan jalan kemudahan sehingga kami mampu menyelesaikan tugas akhir ini hingga akhir perjuangan kami. Sebagai ucapan terimakasih yang tiada hentinya tugas akhir ini merupakan persembahan istimewa untuk orang yang saya cintai: Kedua orang tua yang paling saya hormati serta saya sayangi, Bapak Sarpani, S.E. dan Ibu Ida Royani terima kasih yang tiada terhingga atas kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih serta do'a yang tercurah selama ini semoga mama papa diberikan panjang umur sehat selalu dan kelak saya dapat membalas kebaikan mama dan papa, selebar kertas yang bertuliskan kata cinta dalam kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat papa dan mama bahagia karena saya sadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Kepada kakak saya Ners. Sarwinda Novita Utami, S.Kep., Radita Dwi Asti, S.Farm., dan Eko Prasetyo S.KM terima kasih dukungan kasih sayang selama ini semoga selalu diberikan kesehatan dan kebahagiaan.

Kepada dosen pembimbing saya tercinta Ibu Dr. Endah Sulistiawati, S.T., M.T., IPM. izinkan saya mengantarkan ucapan terima kasih, untuk Ibu sebagai dosen pembimbing yang telah bersedia mengantarkan kami untuk mengantungi gelar sarjana. Semoga kebahagiaan kami juga merupakan kebahagiaan Ibu sebagai "guru kami" yang teramat baik.

Kepada *support system* saya Agam Yogi Fahlevi, S.T. terima kasih atas dukungan, kebaikan, perhatian, dan kesabaran yang selalu memberikan arahan sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi dengan cepat yang tidak terlupakan bagi saya semoga dimudahkan selalu karirnya.

Kepada *partner* saya Rahma Yunita Amalia, *partner* segala hal bagi saya terima kasih telah berjuang bersama menjadi tempat berdiskusi yang sangat baik semoga selalu diberikan kebahagiaan.

Kepada tema-teman Rich Onty saya Aqila, Anggraini, Firda, Suci, Maratu, Lara, Aul, dan teman kos Risma, Naurah, Priti, mbak Mil mbak Mery terima kasih telah menjadi bagian kenangan dari kisah perantauan saya serta kalian bagian dari kenangan yang akan selalu saya rindukan teman-teman seangkatan dan kakak tingkat Angkatan 2018 yang selalu memberi *support* terima kasih atas segala dukungan dan bantuan semoga kalian selalu diberikan kemudahan.

PENULIS II

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'alamin, rasa syukur kepada Allah SWT atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya yang telah memberikan kesehatan, kemudahan, kelancaran, dan kesabaran dalam menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW.

Sebagai ucapan terima kasih yang tak terhingga, saya persembahkan segala perjuangan hingga di titik ini dan tugas akhir ini kepada: Kedua orang tua saya, Bapak Hairuddin dan Ibu Hidayati yang selalu memberi do'a, dukungan, dan kasih sayang yang tak henti-hentinya hingga saya dapat menyanggah gelar sarjana. Semoga Allah SWT senantiasa melindungi, menjaga, melimpahkan rahmat-Nya, dan memberika umur panjang hingga saya dapat membalas segala kebaikan Ibu dan Bapak kelak dikemudian hari.

Kepada kakak saya Insan Akbar Alamsyah, S.T., dan Randi Andika Dwiputra, S.AK., terima kasih yang sebesar-besarnya atas *support*, kasih sayang, ketulusan, kesabaran dan dukungan moril serta materil yang telah diberikan kepada saya hingga mengantarkan saya sampai pada titik mendapatkan gelar sarjana.

Kepada Ibu Dr. Endah Sulistiawati, S.T., M.T., IPM. Selaku dosen pembimbing. Terima kasih atas arahan, bimbingan, kesabaran, semangat, dan motivasi yang selalu diberikan dalam proses pengerjaan skripsi hingga sampai pada titik dimana saya mendapat gelar sarjana. Semoga Ibu senantiasa diberi kesehatan dan keberkahan dalam hidup oleh Allah SWT.

Kepada Nawaf Vahad Riyadi, terima kasih atas dukungan, perhatian, ketulusan, dan kesabaran yang telah diberikan. Semoga selalu diberi keselamatan dalam bertugas.

Kepada *partner* saya Lindi Juliantri, *partner* segala hal bagi saya terima kasih telah berjuang bersama menjadi tempat berdiskusi yang sangat baik semoga selalu diberikan kebahagiaan dan kesuksesan.

Kepada kakak tingkah angkatan 2018 yang sangat baik dan tulus, terima kasih saya ucapkan karena tidak kenal pamrih dalam membantu saya menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.

Kepada sahabat dan teman-teman Rich Onty saya, Firda, Suci, Aqila, Anggra, Lara, Atu, dan Aul. Terima kasih telah memberikan kebahagiaan, pengalaman, semangat dan motivasi untuk tumbuh dan berkembang bersama sehingga saya selalu semangat dalam menyelesaikan skripsi ini. Kalian akan menjadi kenangan indah dalam perjalanan hidup saya di bangku perkuliahan.

Kepada seluruh keluarga dan kerabat yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat dan dukungan selama ini kepada saya, terima kasih yang tak terhingga saya ucapkan atas kebaikan yang telah diberikan. Semoga senantiasa diberikan kebahagiaan dan keberkahan dalam hidup oleh Allah SWT.

HALAMAN MOTTO

PENULIS I

“Yakin adalah kunci jawaban dari segala permasalahan.

Dengan bermodal yakin merupakan obat mujarab penumbuh semangat untuk menjalani segala usaha dalam hidup. Obat hati yang paling penting jangan pernah memanjakan diri dan selalu melihat kebawah”

(Lindi J, 2023)

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir”

(QS.Yusuf : 87)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah : 5)

PENULIS II

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya”

(Q.s Al-Baqarah : 286)

“Sukses adalah saat persiapan dan kesempatan bertemu”

(Bobby Unser)

“Sukses adalah jumlah dari upaya kecil, yang diulangi hari demi hari”

(Robert Collier)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMBANG	xix
ABSTRAK	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
I.2. Tinjauan Pustaka	2
I.2.1. Tinjauan Proses	2
I.2.2. Pemilihan Proses	4
I.3. Tinjauan Kinetika Reaksi dan Termodinamika	5
I.3.1. Tinjauan Kinetika	5
I.3.2. Tinjauan Termodinamika	6
I.4. Kegunaan Produk	10
I.5. Kapasitas Perancangan	10
I.5.1. Kebutuhan Dalam Negeri	10
I.5.2. Data Kapasitas Pabrik	11
I.6. Pemilihan Lokasi	12
I.6.1. Sumber Bahan Baku	13
I.6.2. Fasilitas Transportasi	14

I.6.3	Iklim	14
I.6.4	Fasilitas Air	14
I.6.5	Tenaga Kerja	15
I.6.6	Perluasan Pabrik.....	15
I.6.7	Peraturan Daerah	15
I.6.8	Karakteristik Daerah dan Masyarakat	15
BAB II	URAIAN PROSES	16
II.1.	Tahap Persiapan Bahan Baku.....	16
II.2.	Tahap Reaksi	16
II.3.	Tahap Pemisahan dan Pemurnian	17
II.4.	Diagram Alir Kualitatif	18
BAB III	SPEKIFIKASI BAHAN	20
III.1.	Spekifikasi Bahan Baku.....	20
III.2.	Spekifikasi Bahan Pembantu	21
III.3.	Spekifikasi Produk.....	22
BAB IV	NERACA MASSA	23
IV.1.	Neraca Massa Alat	23
IV.1.1.	Neraca Massa Mixer (M-01).....	23
IV.1.2.	Neraca Massa Reaktor 1 (R-01)	23
IV.1.3.	Neraca Massa Reaktor 2 (R-02).....	24
IV.1.4.	Neraca Massa Flash Drum (FD-01)	24
IV.1.5.	Neraca Massa Menara Distilasi 1 (MD-01)	24
IV.1.6.	Neraca Massa Menara Distilasi 2 (MD-02)	25
IV.1.7.	Neraca Massa Menara Distilasi 3 (MD-03)	25
IV.2.	Neraca Massa Total	26
IV.3.	Diagram Alir Kuantitatif	27
BAB V	NERACA PANAS	29
V.1.	Neraca Panas Alat	29
V.1.1.	Neraca Panas Reaktor 1 (R-01).....	29
V.1.2.	Neraca Panas Reaktor 2 (R-02).....	30
V.1.3.	Neraca Panas Flash Drum (FD-01).....	30

V.1.4.	Neraca Panas Menara Distilasi 1 (MD-01)	31
V.1.5.	Neraca Panas Menara Distilasi 2 (MD-02)	31
V.1.6.	Neraca Panas Menara Distilasi 3 (MD-03)	31
BAB VI	SPESIFIKASI ALAT	32
VI.1.	Tangki Penyimpanan	32
VI.2.	Silo	32
VI.3.	Hopper	33
VI.4.	Mixer	33
VI.5.	Reaktor	34
VI.6.	Flash Drum	35
VI.7.	Menara Distilasi	35
VI.8.	Pompa	36
VI.9.	Belt Conveyor	40
VI.10.	Bucket Elevator	41
VI.11.	Heat Exchanger	41
VI.12.	Furnace	42
VI.13.	Cooler	42
VI.14.	Condensor	43
VI.15.	Accumulator	44
VI.16.	Reboiler	45
BAB VII	UTILITAS	46
VII.1.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	46
VII.1.1.	Unit Penyediaan Air	46
VII.1.2.	Unit Pengolahan Air	48
VII.1.3.	Kebutuhan Air	51
VII.2.	Unit Pembangkit <i>Steam</i>	52
VII.3.	Unit Pembangkit Listrik	54
VII.4.	Unit Penyediaan Bahan Bakar	54
VII.5.	Unit Penyedia Udara Instrumen (<i>Instrument Air System</i>)	55
VII.6.	Unit Pengolahan Limbah	56
VII.7.	Unit Laboratorium	59

BAB VIII TATA LETAK PABRIK DAN PERALATAN PROSES	62
VIII.1. Lokasi Pabrik.....	62
VIII.2. <i>Layout</i> Pabrik	62
VIII.3. <i>Layout</i> Peralatan	66
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN	69
IX.1. Organisasi Perusahaan.....	69
IX.2. Struktur Organisasi.....	70
IX.3. Tugas dan Wewenang	72
IX.4. Pembagian Jam Kerja.....	74
IX.5. Perincian Tugas dan Keahlian.....	75
IX.6. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	84
IX.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	86
IX.8. Manajemen Perusahaan.....	87
BAB X EVALUASI EKONOMI.....	88
X.1. Dasar Perhitungan	89
X.2. Perhitungan Capital Investment	96
X.3. Perhitungan Biaya Produksi	97
X.4. Analisis Kelayakan.....	98
X.4.1. Analisis Keuntungan	100
X.4.2. Analisis Kelayakan.....	101
BAB XI KESIMPULAN.....	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN A	109
LAMPIRAN B	126

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Poin Pemilihan Proses Esterifikasi Pembentukan Dibutil Ftalat.....	4
Tabel I. 2 Data Termodinamika ΔH°_f pada tiap-tiap komponen	6
Tabel I. 3 Data Termodinamika ΔG°_f pada tiap-tiap komponen	7
Tabel I. 4 Data Termodinamika Harga ΔH°_f pada tiap-tiap komponen.....	8
Tabel I. 5 Data Termodinamika Harga ΔG°_f pada tiap-tiap komponen.....	8
Tabel I. 6 Data Impor Dibutil Ftalat Tahun 2017-2021 di Indonesia	10
Tabel I. 7 Data Pabrik Dibutil Ftalat di Dunia	12
Tabel III. 1 Sifat Fisis Bahan Baku	20
Tabel III. 2 Sifat Fisis Bahan Pembantu	21
Tabel III. 3 Sifat Fisis Produk	22
Tabel IV. 1 Neraca Massa Mixer-01	23
Tabel IV. 2 Neraca Massa Reaktor-01	23
Tabel IV. 3 Neraca Massa Reaktor-02	24
Tabel IV. 4 Neraca Massa <i>Flash Drum</i> -01	24
Tabel IV. 5 Neraca Massa Menara Distilasi-01	24
Tabel IV. 6 Neraca Massa Menara Distilasi-02	25
Tabel IV. 7 Neraca Massa Menara Distilasi-03	25
Tabel IV. 8 Neraca Massa Total	26
Tabel V. 1 Neraca Panas Reaktor-01A	29
Tabel V. 2 Neraca Panas Reaktor-01B	29
Tabel V. 3 Neraca Panas Reaktor-01C	29
Tabel V. 4 Neraca Panas Reaktor-02A	30
Tabel V. 5 Neraca Panas Reaktor-02B	30
Tabel V. 6 Neraca Panas Reaktor-02C	30
Tabel V. 7 Neraca Panas <i>Flash Drum</i> -01	30
Tabel V. 8 Neraca Panas Menara Distilasi-01	31
Tabel VI. 1 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan	32
Tabel VI. 2 Spesifikasi Alat Pada <i>Silo</i> (S-01).....	32
Tabel VI. 3 Spesifikasi Alat Pada <i>Hopper</i> (H-01)	33
Tabel VI. 4 Spesifikasi Alat Pada <i>Mixer</i>	33

Tabel VI. 5 Spesifikasi Alat Pada Reaktor.....	34
Tabel VI. 6 Spesifikasi Alat Pada <i>Flash Drum</i> (FD-01).....	35
Tabel VI. 7 Spesifikasi Alat Pada Menara Distilasi.....	35
Tabel VI. 8 Spesifikasi Alat Pada Pompa	36
Tabel VI. 9 Spesifikasi Alat Pada <i>Belt Conveyor</i> (BC-01).....	40
Tabel VI. 10 Spesifikasi Alat Pada <i>Bucket Elevator</i> (BE-01)	41
Tabel VI. 11 Spesifikasi Alat Pada <i>Heat Exchanger</i>	41
Tabel VI. 12 Spesifikasi Alat Pada <i>Furnace</i> (F-01)	42
Tabel VI. 13 Spesifikasi Alat Pada <i>Cooler</i>	42
Tabel VI. 14 Spesifikasi Alat Pada <i>Condensor</i>	43
Tabel VI. 15 Spesifikasi Alat Pada <i>Accumulator</i>	44
Tabel VI. 16 Spesifikasi Alat Pada <i>Reboiler</i>	45
Tabel VII. 1 Kebutuhan Air Pembangkit <i>Steam</i>	51
Tabel VII. 2 Kebutuhan Air Pendingin	51
Tabel VII. 3 Kebutuhan Air Perkantoran.....	52
Tabel VII. 4 Spesifikasi Generator.....	55
Tabel VII. 5 Spesifikasi Tangki Bahan Bakar	55
Tabel VII. 6 Spesifikasi Tangki Bahan Bakar	56
Tabel VIII. 1 Perincian Penggunaan Luas Tanah dan Pabrik	64
Tabel IX. 1 Jadwal dan Jam Kerja Karyawan <i>Shift</i>	75
Tabel IX. 2 Gaji Karyawan	85
Tabel X. 1 Harga Indeks dari <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	90
Tabel X. 2 Daftar Harga Alat Proses	93
Tabel X. 3 Perhitungan <i>Capital Investment</i>	96
Tabel X. 4 Perhitungan <i>Working Capital Investment</i>	96
Tabel X. 5 Harga Bahan Baku	97
Tabel X. 6 <i>Manufacturing Cost</i>	98
Tabel X. 7 <i>General Expanse</i>	98
Tabel A. 1 Neraca Massa Reaktor	112
Tabel A. 2 Data Laju Alir Untuk Masing-Masing Bahan Baku	112
Tabel A. 3 Viskositas Komponen	112

Tabel A. 4 Optimasi Satu Reaktor	114
Tabel A. 5 Optimasi Dua Reaktor.....	115
Tabel A. 6 Optimasi Tiga Reaktor	115
Tabel A. 7 Optimasi Empat Reaktor	115
Tabel A. 8 Hubungan Jumlah Reaktor dengan Waktu.....	116
Tabel A. 9 Neraca Massa Reaktor-01	117
Tabel A. 10 Data Kapasitas Panas	123
Tabel A. 11 Panas Penurunan Suhu Umpan dari 100 ke 25 °C	123
Tabel A. 12 Panas Kenaikan Suhu Umpan dari 25 ke 100 °C	124
Tabel A. 13 Neraca Panas Total Reaktor-01	124
Tabel B. 1 Neraca Panas <i>Flash Drum</i>	126
Tabel B. 2 Komposisi Bahan Masuk	127
Tabel B. 3 Tekanan Parsial Bahan Kondensabel	128
Tabel B. 4 Komposisi Cairan	128
Tabel B. 5 Komposisi Uap	129
Tabel B. 6 Rapat Massa Fase Cair	129
Tabel B. 7 Komposisi Uap	130
Tabel B. 8 Neraca Panas <i>Flash Drum</i>	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Peta Lokasi Pendirian Pabrik Dibutil Ftalat (Google Maps, 2022) ..	13
Gambar II. 1 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik Dibutil Ftalat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun	19
Gambar IV. 1 Diagram Alir Kuantitatif Prarancangan Pabrik Dibutil Ftalat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun	28
Gambar V. 5 Neraca Panas Menara Distilasi-02	31
Gambar V. 6 Neraca Panas Menara Distilasi-03	31
Gambar VII. 1 Diagram Alir Pengolahan Air Unit Utilitas	53
Gambar VII. 2 Diagram Alir Sistem Pengolahan Limbah	59
Gambar VIII. 1 Tata Letak Bangunan Pabrik	65
Gambar VIII. 2 Tata Letak Alat Proses	68
Gambar IX. 1 Struktural Organisasi Pabrik Dibutil Ftalat	71
Gambar X. 1 Grafik Ekstrapolasi Indeks Harga	91
Gambar X. 2 Grafik Perhitungan Ekonomi	103
Gambar A. 1 Hubungan Antara Jumlah Reaktor dengan Waktu Reaksi dan Harga Relatif	116
Gambar A. 2 Desain <i>Head</i> Reaktor	119
Gambar A. 3 Spesifikasi pada Reaktor-01 dan Reaktor-02	125
Gambar B. 1 Desain <i>Head Flash Drum</i>	134

DAFTAR LAMBANG

A	= Luas perpindahan panas, ft ² , in ² , m ²
ACC	= <i>Accumulator</i>
AR	= Luas permukaan dinding reaktor, m ²
a	= Jari-jari dalam reaktor, m
BC	= <i>Belt conveyer</i>
BE	= <i>Bucket elevator</i>
BEP	= <i>Break Event Point</i>
BHP	= <i>Brake Horse Power</i> , Hp
BM	= Berat molekul, Kg/kmol
b	= Sumbu tegak <i>head</i> , m
C	= Faktor korosi, in
CA	= Konsentrasi zat A, kmol/L
Cao	= Konsentrasi zat A mula-mula, kmol/L
CBo	= Konsentrasi zat B mula-mula, kmol/L
CD	= <i>Condensor</i>
CL	= <i>Cooler</i>
Cp	= Kapasitas panas, Btu/lb°F, Kkal/kg°C
D	= Diameter, in, m
DBP	= Dibutil ftalat
DCFRR	= <i>Discounted Cash Flow Rate</i>
DMC	= <i>Direct Manufacturing Cost</i>
DPC	= <i>Direct Plant Cost</i>
E	= Efisiensi pengelasan
Ea	= Harga alat dengan kapasitas diketahui
Eb	= Harga alat dengan kapasitas dicari
Ex	= Harga alat untuk tahun x
Ey	= Harga alat untuk tahun y

F	= <i>Furnace</i>
f	= <i>Allowable stress</i>
f	= Faktor friksi
Fa	= <i>Fixed Cost</i>
FC	= <i>Flow control</i>
FCI	= <i>Fixed Capital Investment</i>
FD	= <i>Flash Drum</i>
Fv	= Kecepatan volumetrik, m ³ /j, L/j
gc	= Gravitasi, m ² /s
GE	= <i>General Expense</i>
Gpm	= Galon per menit
H	= <i>Hopper</i>
HE	= <i>Heat exchanger</i>
Hi	= Koefisien perpindahan panas pada diameter dalam, Btu/j.ft.°F
hio	= Koefisien perpindahan panas, Btu/j.ft.°F
ID	= Diameter dalam, in, m, ft
IMC	= <i>indirect Manufacturing Cost</i>
J	= Lebar <i>buffle</i> , m, in, ft
L	= Tinggi, m, in, ft
LC	= <i>Level control</i>
Le	= Panjang <i>elbow</i> , ft
LI	= <i>Level indicator</i>
M	= Massa, kg/j
MBP	= Monobutil ftalat
MD	= Menara Distilasi
NRe	= <i>Reynold number</i>
Nt	= Jumlah <i>tube</i>
Nx	= Nilai index tahun x
Ny	= Nilai index tahun y
OD	= Diameter luar, m, in, ft
P	= Tekanan, atm

P-n	= Pompa
p	= <i>Power motor</i> , Hp
POT	= <i>Pay Out Time</i>
Q	= Panas, Btu/j, Kkal/j, Kj/j
r	= Jari-jari, m
R	= Reaktor
Ra	= <i>Regulated Cost</i>
RB	= <i>Reboiler</i>
RC	= <i>Ratio control</i>
ROI	= <i>Return Of Investment</i>
Sa	= <i>Sales Expanse</i>
Sch	= <i>Schedule</i>
S	= Silo
SDP	= <i>Shut Down Point</i>
T	= Suhu, °C, °F, K
T-n	= Tangki
TC	= <i>Temperature control</i>
t	= Waktu, detik, menit, jam
th	= Tebal dinding <i>head</i> , in
ts	= Tebal dinding <i>shell</i> , in
WC	= <i>Work Capital</i>
WC	= <i>Weight control</i>
x	= Konversi
ZI	= Tinggi cairan, in, m, ft
μ	= Viskositas, Cp
Σ	= Jumlah
η	= Efisiensi pompa
ρ	= Densitas, kg/m ³
ΔP	= <i>Pressure Drop</i> , psi
ΔT	= Beda suhu

ABSTRAK

Rancangan pabrik dibutil ftalat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun akan dibangun di Kawasan Industri Gresik Provinsi Jawa Timur. Dibutil ftalat adalah komponen kimia hasil dari reaksi esterifikasi antara anhidrida ftalat dengan n-butanol dan asam sulfat sebagai katalis. Ketiga bahan baku diperoleh dari pabrik yang telah berdiri di Kawasan Industri Gresik. Pemanfaatan dari dibutil ftalat antara lain sebagai bahan adhesif dan *plasticizer* serta pelarut pada pembuatan parfum.

Reaksi pembentukan dibutil ftalat berlangsung pada reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi yaitu suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Reaksi bersifat eksotermis sehingga memerlukan instalasi jaket pendingin untuk menjaga suhu pada reaktor. Media pendingin yang digunakan berupa air. Produk keluaran reaktor akan mengalami pemurnian di *flash drum* dengan terlebih dahulu dialirkan menuju *heat exchanger* (HE-03) untuk menaikkan suhunya menjadi 203°C . Dalam *flash drum* terjadi pemisahan berdasarkan titik didih komponen. Arus produk akan keluar sebagai hasil bawah *flash drum* dan diumpangkan melewati *furnace* (F-01) untuk dinaikkan suhu menjadi $340,5482^{\circ}\text{C}$, kemudian dialirkan menuju menara distilasi (MD-01) sebagai pemurnian tahap akhir sehingga menghasilkan produk dibutil ftalat dengan kemurnian 99%. Produk didinginkan melalui *cooler* (CL-01) dari suhu $360,0420^{\circ}\text{C}$ menjadi 45°C dan diteruskan menuju tangki penyimpanan (T-03) untuk dapat dipasarkan. Hasil atas menara distilasi (MD-01) didinginkan melalui *cooler* (CL-02) dari suhu $335,7045^{\circ}\text{C}$ menjadi 45°C kemudian dialirkan menuju UPL. Arus atas keluaran dari *flash drum* akan diumpangkan melewati *condensor* (CD-01) dan masuk menuju menara distilasi (MD-02) pada suhu $115,5545^{\circ}\text{C}$. Arus bawah menara distilasi (MD-02) akan didinginkan pada *cooler* (CL-03) dari suhu $145,7993^{\circ}\text{C}$ menjadi 45°C dan dialirkan menuju UPL. Arus atas menara distilasi (MD-02) pada suhu $120,0615^{\circ}\text{C}$ akan melewati *condensor* (CD-03) dan masuk pada menara distilasi (MD-03) dengan suhu umpan $115,2378^{\circ}\text{C}$ dan keluaran arus bawah pada suhu $117,7091^{\circ}\text{C}$ berupa n-butanol dengan kemurnian 99% yang akan didinginkan melewati *cooler* (CL-04) hingga suhu 45°C dan dialirkan menuju *mixer* (M-01) sebagai arus *recycle*. Hasil atas dari menara distilasi (MD-03) akan didinginkan pada *cooler* (CL-05) dari suhu $102,1722^{\circ}\text{C}$ menjadi 45°C dan diteruskan menuju UPL untuk diolah sebelum dibuang ke lingkungan.

Hasil analisis ekonomi dari perancangan pabrik dibutil ftalat diperoleh *Percent Return of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 62,1480%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,39 tahun, *Break Even Point* (BEP) sebesar 57,02%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 30,61%, dan *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) sebesar 64,35%. Berdasarkan perhitungan dan hasil evaluasi ekonomi maka pabrik dibutil ftalat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun ini layak ditinjau lebih lanjut dan ditinjau dari sifat bahan baku, kondisi operasi, serta produk utama maka pabrik dibutil ftalat berkapasitas 60.000 ton/tahun termasuk dalam pabrik beresiko tinggi.