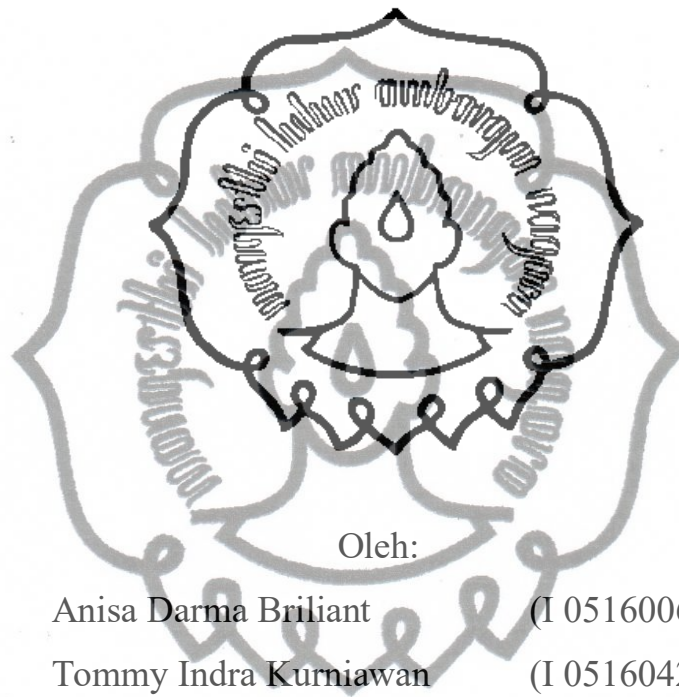


TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK DIOCTYL PHTHALATE DARI
PHTHALIC ANHYDRIDE DAN 2-ETHYL HEXANOL
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK DIOCTYL PHTHALATE DARI PHTHALIC

ANHYDRIDE DAN 2-ETHYL HEXANOL KAPASITAS 35.000

TON/TAHUN

Oleh :

Anisa Darma Brilliant I0516006

Tommy Indra Kurniawan I0516042

Pembimbing II

Pembimbing I


Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.

NIP. 197301082000121001


Dr. Ir. Endah Retno Dyartanti M.T.

NIP. 196907192000032001


Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Tika Paramitha S.T., M.T.

NIP. 199308192019032022

2. Aida Nur Ramadhani S.T., M.T.

NIP. 199203072019032022


1.....


2.....

Disahkan
Kepala Program Studi Sarjana
Teknik Kimia


Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.

NIP. 197301082000121001

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR











Nama : 1. Anisa Darma Brilliant I 0516006
2. Tommy Indra Kurniawan I 0516042

Judul TA-PPK : Prarancangan Pabrik *Dioctyl Phthalate* dari *Phthalic Anhydride* dan *2-Ethyl Hexanol* Kapasitas 35.000 Ton/Tahun

Tanggal mulai : 28 November 2019

Pembimbing : 1. Dr. Ir. Endah Retno Dyantanti M.T.
2. Dr. Adrian Nur S.T., M.T.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
1.	28 November 2019	Proposal bab 1 dan bab 2			
2.	18 Desember 2019	Revisi bab 1, bab 2 dan DAP			
3.	6 Maret 2020	Neraca Massa total			
4.	10 Maret 2020	Pengarahannya konsultasi tugas akhir			
5.	1 April 2020	Menentukan waktu tinggal reaktor			
6.	7 April 2020	Menentukan kondisi operasi reaktor			
7.	14 April 2020	Desain reaktor			
8.	22 April 2020	Desain reaktor, mixer, NM			
9.	24 April 2020	Desain pendingin reaktor			
10.	28 April 2020	Desain pendingin reaktor			
11.	2 Mei 2020	Perhitungan MD, Mixer			
12.	5 Mei 2020	Perhitungan MD, kelarutan			
13.	27 Mei 2020	Jenis Menara distilasi			

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
14.	2 Juni 2020	Perhitungan silo, <i>hopper</i> , <i>belt</i> , MD			
15.	11 Juni 2020	Layout pabrik, <i>stage</i> MD			
16.	12 Juni 2020	Perhitungan desain dekanter, netraliser			
17.	15 Juni 2020	Perhitungan pompa, HE, tangka penyimpanan			
18.	19 Juni 2020	Perhitungan Utilitas, Ekonomi			
19.	22 Juni 2020	Naskah bab 1-6			
20.	26 Juni 2020	Revisi naskah bab 1-6			
21.	29 Juni 2020	Revisi naskah bab 2			
22.	3 Juli 2020	Perhitungan ekonomi dan kinetika			
23.	6 Juli 2020	Naskah total			

- Jumlah konsultasi dengan masing-masing pembimbing minimal sebanyak 8 kali untuk dapat dinyatakan selesai.

Dinyatakan selesai

Tanggal:

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. Endah Retno Dyartanti M.T.
NIP 196907192000032001



Dr. Adrian Nur S.T., M.T.
NIP197301082000121001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik *Diocetyl Phthalate* dari *Phthalic Anhydride* dan *2-Ethyl Hexanol* Kapasitas 35.000 Ton/Tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Adrian Nur S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia atas bimbingannya.
2. Dr. Ir. Endah Retno Dyartanti M.T. dan Dr. Adrian Nur S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa dan semangat yang senantiasa diberikan.
5. Teman – teman Teknik Kimia UNS, khususnya angkatan 2016.
6. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
LEMBAR PENGESAHAN	II
LEMBAR KONSULTASI.....	III
KATA PENGANTAR	V
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR TABEL	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XI
INTISARI.....	XII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	2
1.2.1. Kebutuhan DOP	2
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku	3
1.2.3. Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri.....	4
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	5
1.3.1. Faktor Primer	5
1.3.2. Faktor Sekunder	6
1.4. Tinjauan Pustaka	8
1.4.1. Proses Pembuatan DOP	8
1.4.2. Kegunaan Produk	9
1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk	10
BAB II DESKRIPSI PROSES	16
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	16
2.1.1. Bahan Baku	16
2.1.2. Bahan Pendukung	16
2.1.3. Produk	17
2.2. Konsep Proses	17
2.2.1. Dasar Reaksi.....	17
2.2.2. Mekanisme Reaksi	17

2.2.3. Tinjauan Termodinamika	18
2.2.4. Tinjauan Kinetika	22
2.2.5. Kondisi Operasi	22
2.2.6. Diagram Alir Proses	23
2.3. Langkah Proses	27
2.3.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku	27
2.3.2. Reaksi Pembentukan <i>Diocetyl Phthalate</i> (DOP)	27
2.3.3. Tahap Pemurnian Hasil	28
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	28
2.4.1. Neraca Massa	28
2.4.2. Neraca Panas	31
2.5. <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan	36
2.5.1. <i>Lay Out</i> Pabrik	36
2.5.2. <i>Lay Out</i> Peralatan	38
BAB III SPESIFIKASI ALAT	42
BAB IV UNIT PENDUKUNG DAN LABORATORIUM	66
4.1 Unit Pendukung Proses	66
4.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	67
4.1.2. Unit Pengadaan <i>Brine Water</i>	73
4.1.3. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	74
4.1.4. Unit Pengadaan Udara Tekan	76
4.1.5. Unit Pengadaan Listrik	77
4.1.6. Unit Pengadaan Bahan Bakar	81
4.1.7. Unit Pengolahan Limbah	82
4.2 Laboratorium	84
4.2.1. Laboratorium Fisik	86
4.2.2. Laboratorium Analitik	86
4.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	86
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	91
5.1. Bentuk Perusahaan	91
5.2. Struktur Organisasi	91

5.3.	Tugas dan Wewenang	93
5.4.	Pembagian Jam Kerja Karyawan	93
5.5.	Status Karyawan dan Sistem Upah	94
5.6.	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	97
5.6.1.	Keselamatan Kerja	97
5.6.2.	Kesehatan Kerja	99
BAB VI	ANALISA EKONOMI	100
6.1.	Perkiraan Harga Peralatan	100
6.2.	Dasar Perhitungan	101
6.3.	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	102
6.3.1.	Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>)	105
6.3.2.	Modal Kerja (<i>Working Capital Investment</i>)	106
6.4.	Biaya Produksi Total (<i>Total Production Cost</i>)	107
6.4.1.	<i>Manufacturing Cost</i>	107
6.4.2.	<i>General Expense</i> (GE)	108
6.5.	Keuntungan Produksi	109
6.6.	Analisa Kelayakan	109
6.6.1.	% <i>Profit on Sales</i> (POS)	109
6.6.2.	% <i>Return on Investment</i> (ROI)	110
6.6.3.	<i>Pay Out Time</i> (POT)	110
6.6.4.	<i>Break Event Point</i> (BEP)	110
6.6.5.	<i>Shut Down Point</i> (SDP)	111
6.6.6.	<i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	111
6.7.	Kesimpulan Analisa Kelayakan	111

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor dan Ekspor DOP di Indonesia Tahun 2011-2018	2
Tabel 1.2	Data Pabrik DOP di Dunia dan Kapasitasnya.....	4
Tabel 1.3	Data Pabrik DOP di Indonesia dan Kapasitasnya	4
Tabel 1.4	Data Kebutuhan DOP di Indonesia	4
Tabel 1.5	Data Pabrik Katalis yang Digunakan Pada Proses Pembuatan DOP ..	9
Tabel 2.1	Harga ΔH_f° dan ΔG_f° pada Keadaan Standar (Carl L. Yaws, 1999) ..	18
Tabel 2.2	Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-01)	29
Tabel 2.3	Neraca Massa Reaktor (R-01)	29
Tabel 2.4	Neraca Massa <i>Netralizer</i> (N-01)	29
Tabel 2.5	Neraca Massa <i>Decanter</i> (D-01)	30
Tabel 2.6	Neraca Massa Distilasi (MD-01)	30
Tabel 2.7	Neraca Massa Total	30
Tabel 2.8	Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-01)	31
Tabel 2.9	Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-01)	31
Tabel 2.10	Neraca Panas Reaktor (R-01)	32
Tabel 2.11	Neraca Panas <i>Cooler</i> (HE-02)	32
Tabel 2.12	Neraca Panas <i>Netralizer</i> (N-01)	33
Tabel 2.13	Neraca Panas Dekanter (D-01)	33
Tabel 2.14	Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-03)	34
Tabel 2.15	Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)	34
Tabel 2.16	Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-04)	35
Tabel 2.17	Neraca Panas Total	35
Tabel 4.1	Kebutuhan Air Pendingin	72
Tabel 4.2	Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i>	72
Tabel 4.3	Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi	73
Tabel 4.5	Total Kebutuhan Air Sungai Tambahan	73
Tabel 4.6	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	77
Tabel 4.7	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	78
Tabel 4.8	Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan	79

Tabel 4.9	Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	81
Tabel 4.10	Total Kebutuhan Bahan Bakar Pabrik	82
Tabel 5.1	Jadwal <i>Shift</i> Karyawan Minggu Pertama	94
Tabel 5.2	Jadwal <i>Shift</i> Karyawan Minggu Kedua.....	94
Tabel 5.3	Jadwal <i>Shift</i> Karyawan Minggu Ketiga	94
Tabel 5.4	Jadwal <i>Shift</i> Karyawan Minggu Keempat.....	94
Tabel 5.5	Perincian Jabatan dan Gaji Karyawan <i>Non-Shift</i>	95
Tabel 5.6	Perincian Jabatan dan Gaji Karyawan <i>Shift</i>	96
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat	100
Tabel 6.2.	Harga Alat Proses.....	103
Tabel 6.3.	Harga Alat Utilitas	104
Tabel 6.4	Modal Tetap	105
Tabel 6.5	Modal Kerja	106
Tabel 6.6	<i>Total Capital Investment</i>	107
Tabel 6.7	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	107
Tabel 6.8	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	108
Tabel 6.9	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	108
Tabel 6.10	<i>Total Manufacturing Cost</i>	108
Tabel 6.11	<i>General Expense</i>	109
Tabel 6.12	<i>Total Production Cost</i>	109
Tabel 6.13	<i>Variable Cost</i>	110
Tabel 6.14	<i>Regulated Cost</i>	111
Tabel 6.15	Analisa Kelayakan	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Impor DOP di Indonesia Tahun 2011-2018	3
Gambar 1.2	Peta Lokasi Pabrik DOP	8
Gambar 1.3	Struktur Senyawa <i>Diocetyl Phthalate</i>	8
Gambar 2.1	Mekanisme Reaksi Esterifikasi Monoester	17
Gambar 2.2	Mekanisme Reaksi Esterifikasi <i>Diocetyl Phthalate</i>	18
Gambar 2.3	Diagram Alir Kualitatif	24
Gambar 2.4	Diagram Alir Kuantitatif	25
Gambar 2.5	Diagram Alir Proses Lengkap	26
Gambar 2.6	Tata Letak Pabrik <i>Diocetyl phthalate</i>	40
Gambar 2.7	Tata Letak Alat Proses <i>Diocetyl phthalate</i>	41
Gambar 4.1	Diagram Alir Refrigerasi	74
Gambar 4.2	Skema Unit Pengolahan Limbah (UPL)	84
Gambar 4.3	Diagram Alir Pengolahan Air Sungai	89
Gambar 4.4	Diagram Alir Pengolahan Air Limbah	90
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Perusahaan	92
Gambar 6.1	<i>Chemical Engineering Cost Index</i>	101
Gambar 6.2	Kurva Analisa Kelayakan	113

INTISARI

Anisa Darma Brilliant, Tommy Indra Kurniawan, 2020, Prarancangan Pabrik Dioctyl Phthalate dari Phthalic Anhydride dan 2-Ethyl Hexanol Kapasitas 35.000 Ton/Tahun, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Dioctyl phthalate ($C_{22}H_{38}O_4$) mempunyai peranan penting dalam industri polimer sebagai *plasticizer*, yaitu suatu bahan yang membuat polimer lebih mudah diproses atau dibentuk (plastis). Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang masih harus diimpor dari luar negeri maka dirancang Pabrik *Dioctyl Phthalate* kapasitas 35.000 ton/tahun dengan bahan baku *Phthalic Anhydride* ($C_8H_4O_3$) sebanyak 13.256,5 ton/tahun dan *2-Ethyl Hexanol* ($C_8H_{18}O$) sebanyak 23.475,4 ton/tahun. Pabrik direncanakan berdiri di Gresik, Jawa Timur pada tahun 2025.

Dioctyl phthalate dibuat dengan cara mereaksikan *Phthalic Anhydride* dan *2-Ethyl Hexanol* dengan katalis asam sulfat pada suhu $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 2,5 atm di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), dengan kondisi isothermal dan dilengkapi jaket pendingin. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis. Tahapan proses meliputi penyiapan bahan baku *Phthalic Anhydride* dan *2-Ethyl Hexanol*, reaksi pembentukan *Dioctyl Phthalate* dalam RATB, penetralan katalis dengan Natrium Hidroksida dalam netraliser, pemisahan bahan di *decanter*, dan pemurnian produk di menara distilasi. Produk *Dioctyl Phthalate* yang dihasilkan mempunyai kemurnian 99,5%.

Unit pendukung proses meliputi unit pengadaan air (air proses, air umpan pendingin, umpan boiler, konsumsi umum dan sanitasi) yang bersumber dari air sungai dengan kebutuhan sebesar 10.115,10 kg/jam, unit refrigerasi dengan kebutuhan ammonia sebesar 101,62 kg/jam, unit pengadaan *steam* dengan kebutuhan 11.504,71 kg/jam, unit pengadaan udara tekan sebesar 66,26 m^3/jam , unit pengadaan listrik sebesar 250 kWh, serta unit pengadaan bahan bakar dari IDO sebesar 1.503,44 L/jam untuk boiler dan 28,04 L/jam untuk generator apabila ada pemadaman listrik dari PLN. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk, utilitas dan limbah pabrik berupa cairan. Limbah cair yang berasal dari hasil bawah dekanter dan air buangan sanitasi diolah dalam UPL.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT). Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*. Jumlah karyawan keseluruhan sebanyak 254 orang, terdiri dari karyawan *shift* 192 orang dan karyawan *non-shift* 62 orang. Sedangkan menurut statusnya karyawan dapat dibagi menjadi karyawan tetap, karyawan harian, dan karyawan borongan.

Hasil analisis ekonomi didapatkan *Return of Investment* (ROI) sebesar 38,78% sebelum pajak dan 31,02% sesudah pajak. *Pay Out Time* (POT) didapatkan sebesar 2,05 tahun sebelum pajak dan 2,44 tahun sesudah pajak. *Break Even Point* (BEP) sebesar 51,81% *Shut Down Point* (SDP) sebesar 35,65%, dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 27,55%. Dari hasil analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik *dioctyl phthalate* layak untuk didirikan.