

# **PRA RANCANGAN PABRIK**

**PEMBUATAN POLYETHYLENE TEREPHTHALATE DARI  
TEREPHTHALAT ACID DAN ETHYLENE GLYCOL DENGAN PROSES  
DIRECT ESTERIFIKASI KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh**

**Gelar Sarjana Teknik Kimia**



**Oleh :**

**LUSI ANGGRAINI**

**2015 1023 5001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA BEKASI**

**2019**

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* DARI *TEREPHTHALAT ACID* DAN *ETHYLENE GLYCOL* DENGAN PROSES *DIRECT ESTERIFIKASI* KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**



Pembimbing I

Bungaran Saing, S.Si, Apt, MM

NIDN. 0326027001

Pembimbing II

Muhammad Ridwan, Ph.D

N IDN. 0307088205

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi : Prarancangan pabrik pembuatan *polyethylene terephthalate* dari *terephthalate acid* dan *ethylene glycol* dengan proses *direct* esterifikasi kapasitas 200.000 ton/tahun.

Nama Mahasiswa : Lusi Anggraini

Nomor Pokok Mahasiswa : 201510235001

Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 Juli 2019

Bekasi, 1 Agustus 2019

MENGESAHKAN

Ketua Tim Penguji : Ir. Hernowo Widodo, M.T .....  
NIDN. 0309026705

Penguji I : Dovina Navanti, S.T., M.M .....  
NIDN. 0327037601

Penguji II : Bungaran Saing, S.Si., Apt., MM .....  
NIDN. 0326027001

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi

Teknik Kimia

Ir. Hernowo Widodo, M.T

NIDN. 0309026705

Dekan

Fakultas Teknik

Ismaniah, S.Si, M.M

NIDN. 0309036503

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

Skripsi yang berjudul **Prarancangan Pabrik Pembuatan *Polyethylene Terephthalate* dari *Terephthalate Acid* dan *ethylene glycol* dengan proses *Direct Esterifikasi* kapasitas 200.000 ton/tahun** ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak mengandung materi yang ditulis oleh orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya kecurangan dalam karya ini, saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saya mengizinkan skripsi ini dipinjam dan digandakan melalui Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Saya memberikan izin kepada Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk menyimpan skripsi ini dalam bentuk digital dan mempublikasikannya melalui ininternet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Bekasi, 1 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan

METERAI  
TEMPEL  
C8301AFF934046172  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH  
Lusi Anggraini

NPM : 201510235001

## ABSTRAK

*Polyethylene Terephthalate* disingkat dengan PET atau PETE merupakan bahan kimia yang banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan botol kemasan. Kebutuhan *Polyethylene Terephthalate* ini akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi manusia di dunia. Oleh karena itu, *Polyethylene Terephthalate* memiliki pandangan ke depan untuk lebih meningkatkan jumlah produksinya. Di Indonesia kebutuhan PET masih didatangkan dari luar negeri.

Produksi Polietilen Tererftalat memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan, bila ditinjau dari potensi bahan baku maupun industri pemakainya, namun hingga saat ini sektor ini belum dikembang secara maksimal. Melihat prospek pasar dan perkembangan konsumsi PET di Indonesia untuk berbagai sektor industri terutama industri minuman yang terus meningkat setiap tahunnya, maka perlu dilakukan kajian pasar untuk mengetahui prospek pendirian pabrik baru dalam bentuk pra perancangan pabrik.

Pabrik *Polyethylene Terephthalate* dengan bahan baku asam *terephthalate* dan *ethylene glycol* akan didirikan di daerah karawang dengan kapasitas produksi 200.000 ton/tahun pada tahun 2023. Proses yang digunakan pada pabrik PET ini adalah Proses pembuatan PET melalui reaksi esterifikasi.

Dari analisis ekonomi diperoleh :

Modal Investasi	: Rp 1.888.271.776.000,-
Biaya Produksi	: Rp 170.099.574.900,-
Hasil Penjualan	: Rp 1.780.198.220.000,-
Laba Bersih	: Rp 934.901.039.000
<i>Profit Margin</i>	: 75,02%

<i>Break Event Point</i>	: 11,25%
<i>Return of Investment</i>	: 49,5 %
<i>Pay Out Time</i>	: 2,1 Tahun

Dari hasil analisis evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa Pabrik Pembuatan *Polyethylene Terephthalate* dari asam *terephthalate* dan *ethylene glycol* ini layak untuk didirikan.

Kata-kata kunci : Polietilen Tereftalat, Polimer, Industri, Reaksi.



## ABSTRACT

Polyethylene Terephthalate abbreviated as PET or PETE is a chemical that is widely used as a raw material for packaging bottles. The requirements of Polyethylene Terephthalate will continue to increase as the number of human populations in the world grows. Therefore, Polyethylene Terephthalate has foresight to further increase its production amount. In Indonesia, PET needs still imported from other Countries.

Production of Polyethylene Terephthalat has good prospects to develop, when it is reviewed from the potential raw materials and the wearer's industry, but until now this sector has not been developed optimally. Seeing the market prospects and the development of PET consumption in Indonesia for various industrial sectors, especially the beverage industry that continues to increase annually, it is necessary to do market research to know the prospects of establishing a new factory in the form of pre Factory design.

The Terephthalate Polyethylene plant with acid terephthalate and ethylene glycol raw materials will be established in the Karawang area with a production capacity of 200,000 tons/year in 2023. The process used in this PET factory is a PET-making process through esterification reactions.

From the economic analysis obtained:

Investment capital	: Rp 1,888,271,776,000,-
Production cost	: Rp 170,099,574,900,-
Sales Result	: Rp 1,780,198,220,000,-
Net income	: Rp 934,901,039,000
Profit Margin	: 75.02%
Break Event Point	: 11.25%
Return of Investment	: 49.5%
Pay Out Time	: 2,1 Years

From the results of analysis of economic evaluation can be concluded that the Polyethylene Terephthalate manufacture plant of terephthalate acid and ethylene glycol is feasible to be established.

Key words: terephthalate polyethylene, Polymer, industrial, reaction.





## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Lusi Anggraini

NPM : 201510235001

Program studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, **Hak Bebas Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*), atas karya ilmiah saya yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Pembuatan Polyethylene Terephthalate dari Terephthalate Acid dan Ethylene Glycol dengan proses Direct Esterifikasi kapasitas 200.000 ton/tahun”**. Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan) dengan hak bebas royalti (*non-eksklusif*) ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengambil alih media/ formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini, menjadi tanggung jawab saya pribadi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bekasi, 1 Agustus 2019

Yang menyatakan



Lusi Anggraini

NPM. 201510235001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul *“Prarancangan pabrik pembuatan polyethylene terephthalate dari terephthalate acid dan ethylene glycol dengan proses direct esterifikasi kapasitas 200.000 ton/tahun”* sesuai dengan syarat dan waktu yang telah ditentukan.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan skripsi ini tidak lain berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kepada Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan, perhatian serta kasih sayang yang tulus.
2. Ibu Ismaniah, S.Si., M.M sebagai Dekan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
3. Bapak Ir. Hernowo Widodo, M.T sebagai ketua prodi studi Teknik Kimia
4. Bapak Bungaran Saing S.Si.Apt., MM. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Yang telah meluangkan waktu untuk memeriksa dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Muhammad Ridwan, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Yang telah meluangkan waktu untuk memeriksa dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
6. Segenap dosen dan staf Universitas Bhayangkara Jakarta Raya yang telah memberikan ilmunya kepada penulis dan membantu kelancaran penulis dan memberikan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia angkatan 2015 tercinta yang selalu memberikan dukungan, doa serta semangat kepada penulis.

Semoga apa yang telah mereka usahakan demi terselesaikannya skripsi ini merupakan suatu amal ibadah yang kelak mendapat balasan berlipat ganda di sisi Tuhan Yang Maha Esa.

Sejauh apapun penulis berusaha tentunya skripsi ini masih jauh dari sempurna, dan banyak kekurangannya tentunya. Untuk itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi kemajuan penulis pada masa-masa mendatang. Akhirnya penulis hanya dapat berdoa semoga apa yang penulis usahakan dapat bermanfaat untuk semua. Amin.



Bekasi, 1 Agustus 2019

Penulis

Lusi Anggraini

NPM. 201510235001

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan.....	2
1.3 Penentuan Kapasitas Produk.....	2
1.3.1 Kebutuhan Produk.....	2
1.3.2 Perhitungan Kapasitas Produksi.....	3
1.4 Penentuan Lokasi Pabrik.....	4
1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	4
1.4.2 Sarana Transportasi.....	5
1.4.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	5
1.4.4 Sumber Daya Manusia.....	5
1.5 Uraian Proses.....	5
1.5.1 Persiapan Bahan Baku.....	5
1.5.2 Proses Reaksi.....	6
1.5.3 Proses Finishing.....	7
1.6 Tinjauan Pustaka.....	10
1.6.1 Macam-macam Proses Pembuatan.....	11
1.6.2 Kegunaan Produk.....	13
1.6.3 Tinjauan Termodinamika.....	13

1.7 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	16
<b>BAB II. NERACA MASSA .....</b>	<b>22</b>
2.1 Tangki Pencampuran.....	22
2.2 Reaktor Esterifikasi.....	13
2.3 Reaktor Polikondensasi.....	23
2.4 Destilasi.....	24
2.5 Dekanter 01.....	24
2.6 Dekanter 02.....	24
2.7 Dekanter 03.....	25
2.8 Spray Dryer.....	25
2.9 Pelletizer.....	26
2.10 Mixing Point 01.....	26
2.11 Mixing Point 02.....	26
2.12 Mixing Point 03.....	27
<b>BAB III. NERACA ENERGI.....</b>	<b>28</b>
3.1 Heat Exchanger.....	28
3.2 Tangki Berpengaduk.....	28
3.3 Reaktor Esterifikasi.....	29
3.4 Reaktor Polikondensasi.....	29
3.5 Flash Destilasi.....	29
3.6 Kondensor.....	31
3.7 Cooler.....	31
<b>BAB IV. SPESIFIKASI ALAT.....</b>	<b>32</b>
4.1 Spesifikasi Alat Proses.....	32
4.1.1 Tangki Penyimpanan Ethylene Glycol.....	32
4.1.2 Tangki Penyimpanan Terephthalate Acid.....	33
4.1.3 Tangki Penyimpanan Antimony Trioxide.....	33
4.1.4 Tangki Penyimpanan Polyethylene Terephthalate.....	34
4.1.5 Bak Terbuka Penampungan Sisa Katalis.....	35
4.1.6 Tangki Berpengaduk.....	36
4.1.7 Reaktor Polikondensasi.....	37
4.1.8 Reaktor Esterifikasi.....	37

4.1.9 Belt Conveyor.....	38
4.1.10 Pelletizer.....	39
4.1.12 Heat Exchanger.....	40
4.1.13 Flash Destilasi.....	40
4.1.14 Pompa.....	41
4.2 Utilitas.....	42
4.2.1 Kebutuhan Uap Steam.....	42
4.2.2 Kebutuhan Air .....	43
4.2.3 Perhitungan Kebutuhan Listrik.....	51
<b>BAB V EVALUASI EKONOMI.....</b>	<b>54</b>
5.1 Lokasi Pabrik .....	54
5.2 Tata Letak Pabrik.....	56
5.2.1 Perincian Luas Tanah.....	57
5.3 Struktur Organisasi .....	58
5.3.1 Organisasi Perusahaan.....	58
5.3.2 Bentuk – Bentuk Organisasi.....	58
5.3.3 Tugas dan Wewenang.....	62
5.3.4 Pembagian Jam Kerja.....	67
5.3.5 Sistem Kepegawaian dan Gaji.....	68
5.3.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	71
5.3.7 Managemen Perusahaan.....	72
5.4 Analisa Ekonomi.....	75
5.4.1 Dasar Analisa.....	75
5.4.2 Hasil Perhitungan Biaya – biaya.....	75
<b>BAB VI KESIMPULAN.....</b>	<b>80</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN - LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.3 Peningkatan Kebutuhan PET di Indonesia.....	3
Tabel 1.4 Produsen PTA di Indonesia .....	4
Tabel 1.6 Perbandingan Proses Pembuatan .....	12
Tabel 1.6.1 Data $\Delta H^{\circ}_f$ 298 Komponen.....	14
Tabel 1.6.2 Data $\Delta G^{\circ}$ 298 Komponen.....	15
Tabel 2.1 Neraca Massa Tangki Pencampuran.....	23
Tabel 2.2 Neraca Massa Reaktor Esterifikasi .....	23
Tabel 2.3 Neraca Massa Reaktor Polikondensasi .....	23
Tabel 2.4 Neraca Massa Destilasi.....	24
Tabel 2.5 Neraca Massa Dekanter 01 .....	24
Tabel 2.6 Neraca Massa Dekanter 02 .....	24
Tabel 2.7 Neraca Massa Dekanter 03 .....	25
Tabel 2.8 Neraca Massa Spray Dryer .....	25
Tabel 2.9 Neraca Massa Pelletizer.....	26
Tabel 2.10 Neraca Massa Mixing Point 01.....	26
Tabel 2.11 Neraca Massa Mixing Point 02.....	26
Tabel 2.12 Neraca Massa Mixing Point 03.....	27
Tabel 3.1 Neraca Energi Heat Exchanger.....	28
Tabel 3.2 Neraca Energi Tangki Pengaduk.....	28
Tabel 3.3 Neraca Energi Reaktor Esterifikasi.....	29
Tabel 3.4 Neraca Energi Reaktor Polikondensasi.....	29
Tabel 3.5 Neraca Energi Flash Destilasi.....	29
Tabel 3.6 Neraca Energi Kondensor .....	31
Tabel 3.7 Neraca Energi Cooler .....	31
Table 4.2.1 Kebutuhan Uap Steam .....	42
Tabel 4.2.2 Kebutuhan Air Pendingin .....	43
Tabel 4.2.3 Kebutuhan Air Klinik .....	46
Tabel 4.2.4 Perincian Kebutuhan Listrik .....	51
Tabel 5.2.1 Perincian Luas Tanah.....	57

Tabel 5.3.4 Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i> .....	68
Tabel 5.3.5.1 Jumlah Karyawan dan Kualifikasinya .....	69
Tabel 5.3.5.2 Perincian Gaji Karyawan .....	70





## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.5.1 Diagram Alir Kualitatif .....	8
Gambar 1.5.2 Diagram Alir Kuantitatif .....	9
Grafik 5.4 Break Event Point .....	78

