

**PRARANCANGAN PABRIK *BENZENE* DARI  
TOLUEN DAN HIDROGEN DENGAN PROSES  
*THERMAL HIDRODEALKYLATION* KAPASITAS  
140.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

Oleh:

**RESTI RIANTI**

**201910235029**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA  
2023**

**PRARANCANGAN PABRIK *BENZENE* DARI  
TOLUEN DAN HIDROGEN DENGAN PROSES  
*THERMAL HIDRODEALKYLATION* KAPASITAS  
140.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

Oleh:

**RESTI RIANTI**

**201910235029**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA  
2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik *Benzene* dari Toluena dan Hidrogen dengan Proses *Thermal Hydrodealkylation* Kapasitas 140.000 Ton/Tahun

Nama Mahasiswa : Resti Rianti

Nomor Pokok Mahasiswa : 201910235029

Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 Juli 2023



Bekasi, 27 Juli 2023

MENYETUJUI

Pembimbing I

Pembimbing II

Bungaran Saing, S.SI., Apt., M.M  
NIDN 0326027001

Elvi Kustiyah, S.T., M.T  
NIDN 0306087403

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik *Benzene* dari Toluena dan Hidrogen dengan Proses *Thermal Hidrodealkylation* Kapasitas 140.000 Ton/Tahun

Nama Mahasiswa : Resti Rianti

Nomor Pokok Mahasiswa : 201910235029

Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 Juli 2023

Bekasi, 27 Juli 2023

MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T.  
NIDN 0324047505

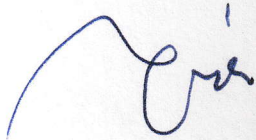
Penguji I : Dr. Andi Nuraliyah, S.T., M.T.  
NIDN 0920017403

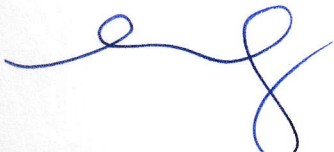
Penguji II : Bungaran Saing, S.SI., Apt., M.M  
NIDN 0326027001

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia

Dekan  
Fakultas Teknik

  
Dr. Andi Nuraliyah, S.T., M.T.  
NIDN 0920017403

  
Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T.  
NIDN 0324047505

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Skripsi yang berjudul “Prarancangan Pabrik *Benzene* dari Toluene dan Hidrogen dengan Proses *Thermal Hydrodealkylation* Kapasitas 140.000” 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 Internet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Bekasi, 27 Juli 2023

Yang membuat pernyataan,



Resti Rianti

201910235029

## ABSTRAK

**Resti Rianti. 201910235029.** Prarancangan Pabrik Benzene dari Toluene dan Hidrogen dengan Proses Thermal Hidrodealkylation Kapasitas 140.000 Ton/Tahun. Benzene mempunyai fungsi yang sangat penting dalam menunjang pembangunan sektor industri. Dalam industri, benzene banyak digunakan sebagai bahan pelarut dalam ekstraksi maupun distilasi. Selain itu benzene juga digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan senyawa kimia organik lain (intermediet) dari produk-produk komersial. Dari kegunaan tersebut benzene dapat memberikan peluang dalam perkembangan sektor industri, sehingga dapat membantu pemerintah dalam kegiatan perekonomian sosial. Oleh karena itu, dirancang pabrik benzene dari toluena dan hidrogen dengan kapasitas 140.000 ton/tahun yang direncanakan akan didirikan di Cilegon, Banten. Proses yang dipilih dalam pembuatan benzene adalah hidrodealkilasi thermal, dengan kemurnian produk benzene yang dihasilkan sebesar 99,9%. Bahan baku yang digunakan yaitu toluene dan hidrogen dengan perbandingan 1 : 5. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 24 jam/hari dan 330 hari/tahun. Utilitas terdiri dari unit penyediaan air, tenaga listrik, penyediaan bahan bakar, dan unit pengolahan limbah. Perusahaan berbentuk perseroan terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff, serta sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja dengan sistem shift dan non shift. Hasil analisis ekonomi terhadap perancangan pabrik benzene diperoleh ROI sebelum pajak 18,7% dan 14,95% sesudah pajak, BEP sebesar 30,2%. Perhitungan POT yang didapat setelah pajak yaitu 3,4 tahun, sementara SDP yang diperoleh sebesar 26,07%. Dari tinjauan ekonomi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik benzene dari toluena dan hidrogen dengan kapasitas 140.000 ton/tahun layak untuk didirikan

**Kata Kunci :** *Benzene, Toluene, Hidrogen, Thermal hidrodealkylation*

## ABSTRACT

**Resti Rianti. 201910235029.** *Design of benzene plant from toluene and hydrogen by thermal hydrodealkylation process with capacity of 140,000 tons/year. Benzene has a very important function in supporting the development of the industrial sector. In industry, benzene is widely used as a solvent in extraction and distillation. In addition, benzene is also used as a raw material in the manufacture of other organic chemical compounds (intermediates) from commercial products. From these uses benzene can provide opportunities in the development of the industrial sector, so that it can help the government in social economic activities. Therefore, a benzene plant from toluene and hydrogen with a capacity of 140,000 tons/year is planned to be established in Cilegon, Banten. The process chosen in the manufacture of benzene is thermal hydrodealkylation, with a product purity of 99.9%. The raw materials used are toluene and hydrogen in a ratio of 1: 5. This plant operates continuously for 24 hours/day and 330 days/year. Utilities consist of water supply units, electric power, fuel supply, and waste treatment units. The company is a limited liability company (PT) with a line and staff organizational structure, as well as an employee work system based on the division of working hours with a shift and non-shift system. The results of the economic analysis of the benzene plant design obtained ROI before tax 18.7% and 14.95% after tax, BEP of 30.2%. The POT calculation obtained after tax is 3.4 years, while the SDP obtained is 26.07%. From the economic review, it can be concluded that the benzene plant from toluene and hydrogen with a capacity of 140,000 tons/year is feasible to establish.*

**Keywords :** *Benzene, Toluene, Hydrogen, Thermal hydrodealkylation*

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai civitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Resti Rianti  
Nomor Pokok Mahasiswa : 201910235029  
Program Studi : Teknik Kimia  
Jenis Karya : Skripsi / Tesis / Karya Ilmiah

Demi pengembangn ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Hak bebas Non-Eksklusif (Non Exclusive Royalty-Free Right), atas skripsi yang berjudul:

### PRARANCANGAN PABRIK *BENZENE* DARI TOLUEN DAN HIDROGEN DENGAN PROSES *THERMAL HIDRODEALKYLATION* KAPASITAS 140.000 TON/TAHUN

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan) dengan hak yang bebas royalti noneksklusif ini. Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan dan menampilkan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu permintaan izin dari saya sebaga pemilik hak cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam skripsi ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada Tanggal : 27 Juli 2023

Yang menyatakan,



Resti Rianti



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji serta syukur marilah kita panjatkan kehadarat Allah SWT yang telah mencurahkan nikmat serta karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Benzene dari Toluena dan Hidrogen dengan Proses *Thermal Hidrodealkylation* Kapasitas 140.000 Ton/Tahun”**, dengan tepat waktu.

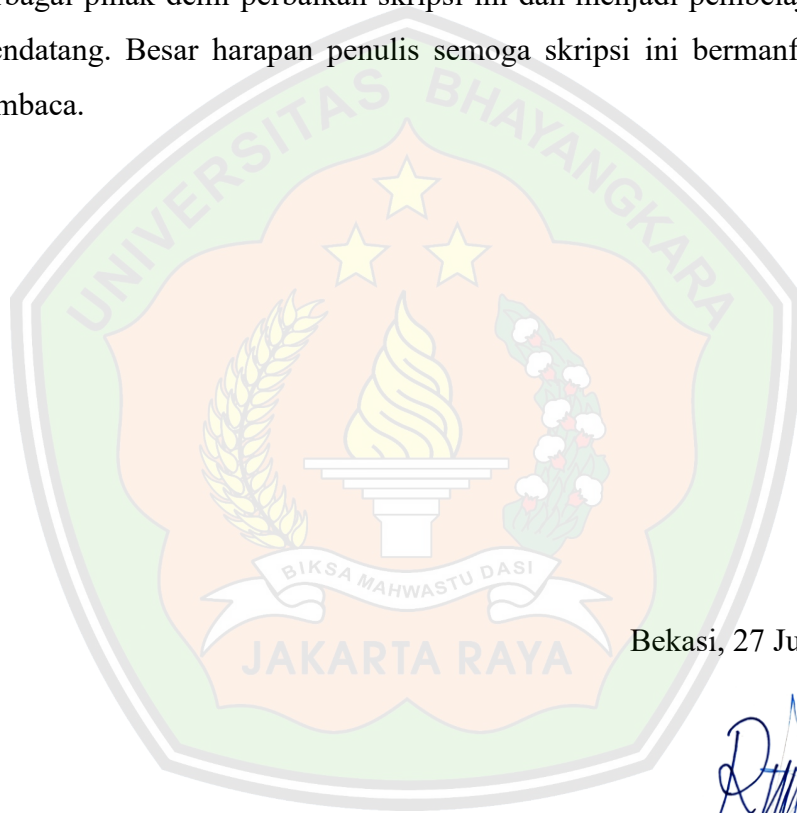
Penulisan skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam suatu Strata – 1 Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya dan diharapkan mampu menerapkan semua teori dan kemahiran teknik kimia kedalam bentuk prarancangan pabrik secara komprehensif.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, saran, serta bantuan baik berupa moral, material, dorongan dan kritikan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Allah SWT. yang telah melindungi, menjaga, serta menyertai penulis sehingga proses skripsi ini dapat berjalan dengan baik dari awal hingga selesai.
2. Ibu Dr. Tulus Sukreni S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
3. Ibu Dr.Andi Nuraliyah, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
4. Bapak Bungaran Saing S.SI.,Apt.,M.M selaku Pembimbing I dalam penulisan skripsi
5. Ibu Elvi Kustiya S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II penulisan skripsi
6. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan banyak dukungan dalam penulisan skripsi
7. Kedua Orang Tua, kakak, adik, serta dua keponakan yang telah sepenuh hati memberikan do'a, semangat, dukungannya baik dalam segi moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan Strata -1

8. Ananda Siti C selaku Partner yang sudah bekerjasama dengan baik selama penyusunan skripsi ini
9. Teman seperjuangan “doesoen pengejar deadline” yang sudah membantu dan memberikan support selama melakukan studi di Teknik Kimia
10. Teman-teman Teknik Kimia khususnya Angkatan 2019 yang sama-sama berjuang dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan. Oleh karena itu diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan skripsi ini dan menjadi pembelajaran di masa mendatang. Besar harapan penulis semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca.



Bekasi, 27 Juli 2023

Resti Rianti

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.3 Penentuan Kapasitas Produksi .....	3
1.3.1 Kebutuhan Produk di Indonesia .....	3
1.3.2 Kapasitas Pabrik Komersial .....	9
1.3.3 Ketersediaan Bahan Baku .....	10
<b>BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES</b> .....	11
2.1 Tinjauan Pustaka.....	11
2.1.1 Macam – macam Proses Produksi Benzene .....	11
2.1.2 Pemilihan Proses .....	14
2.1.3 Kegunaan Produk .....	15
2.2 Tinjauan Proses .....	15
2.3 Tinjauan Termodinamika.....	16

2.4 Tinjauan Kinetika .....	20
2.5 Tahapan Proses.....	22
<b>BAB III SPESIFIKASI BAHAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	25
3.2 Spesifikasi Produk.....	27
3.3 Spesifikasi Produk Samping.....	28
3.4 Pengendalian Kualitas.....	30
3.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	30
3.4.2 Pengendalian Kualitas Produksi.....	30
3.4.3 Pengendalian Kualitas Produk .....	31
<b>BAB IV DIAGRAM ALIR KUALITATIF DAN KUANTITATIF.....</b>	<b>32</b>
4.1 Diagram Alir Kualitatif.....	32
4.2 Diagram Alir Kuantitatif.....	33
<b>BAB V NERACA MASSA.....</b>	<b>34</b>
5.1 Perhitungan Neraca Massa Percabangan I .....	34
5.2 Perhitungan Neraca Massa Percabangan II.....	35
5.3 Perhitungan Neraca Massa Reaktor Alir Pipa (PFR).....	35
5.4 Perhitungan Neraca Massa Flash Drum .....	36
5.5 Perhitungan Neraca Massa Kolom Destilasi Benzene .....	37
5.6 Perhitungan Neraca Massa Kolom Destilasi Toluena .....	38
<b>BAB VI NERACA PANAS.....</b>	<b>39</b>
6.1 Perhitungan Neraca Panas Vaporizer .....	39
6.2 Perhitungan Neraca Panas Furnace I .....	39
6.3 Perhitungan Neraca Panas Furnace II .....	40
6.4 Perhitungan Neraca Panas Reaktor .....	40
6.5 Perhitungan Neraca Panas Cooler .....	40
6.6 Perhitungan Neraca Panas Flash Drum .....	40
6.7 Perhitungan Neraca Panas Heat Exchanger.....	41
6.8 Perhitungan Neraca Panas Kolom Destilasi Benzene .....	41
6.9 Perhitungan Neraca Panas Kolom Destilasi Toluena .....	41
<b>BAB VII SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>42</b>
7.1 Spesifikasi Tangki Penyimpan Toluena.....	42

7.2	Spesifikasi Tangki Penyimpanan Hidrogen.....	42
7.3	Spesifikasi Pompa Toluena.....	43
7.4	Spesifikasi Vaporizer.....	44
7.5	Spesifikasi Kompresor.....	44
7.6	Spesifikasi Reaktor.....	45
7.7	Spesifikasi Flash Drum.....	45
7.8	Spesifikasi Cooler.....	46
7.9	Spesifikasi Kolom Distilasi Benzene.....	47
7.10	Spesifikasi Kolom Distilasi Toluene.....	49
	<b>BAB VIII UTILITAS.....</b>	<b>50</b>
8.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	50
8.1.1	Unit Penyediaan Air.....	50
8.1.2	Spesifikasi Boiler.....	55
8.1.3	Pengolahan Air.....	58
8.2	Unit Pembangkit Listrik.....	60
8.3	Unit Penyedia Steam.....	63
8.4	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	63
8.5	Unit Pengolahan Limbah.....	64
	<b>BAB IX TATA LETAK PABRIK.....</b>	<b>68</b>
9.1	Lokasi Pabrik.....	68
9.2	Tata Letak Pabrik.....	71
9.3	Tata letak Mesin/Alat Proses.....	76
	<b>BAB X KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA.....</b>	<b>79</b>
10.1	Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).....	79
10.2	Safety Data Sheet (SDS).....	79
10.3	Alat Pelindung Diri (APD).....	79
10.4	Penangan Tumpahan.....	81
10.5	Penanganan Kebakaran.....	83
10.6	Pertolongan Pada Kecelakaan.....	86
	<b>BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN.....</b>	<b>91</b>
11.1	Bentuk Perusahaan.....	91
11.2	Struktur Organisasi.....	92

11.3	Tugas dan Wewenang .....	94
11.3.1	Pemegang Saham .....	94
11.3.2	Dewan Komisaris .....	95
11.3.3	Dewan Direksi.....	96
11.3.4	Staff Ahli .....	97
11.3.5	Kepala Bagian .....	97
11.4	Status Karyawan.....	101
11.5	Pembagian Jam Kerja .....	101
11.6	Penggolongan Jabatan,Jumlah dan Gaji Karyawan.....	102
11.6.1	Penggolongan Jabatan.....	102
11.6.2	Jumlah dan Gaji Karyawan.....	104
11.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	106
<b>BAB XII EVALUASI EKONOMI.....</b>		<b>109</b>
12.1	Dasar Analisa.....	109
12.2	Hasil Perhitungan Biaya -biaya.....	109
<b>BAB XIII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>115</b>
13.1	Kesimpulan .....	115
13.2	Saran .....	115
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>117</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. 1 Impor Benzene di Indonesia.....	3
Tabel 1. 2 Produksi Benzene di Indonesia .....	4
Tabel 1. 3 Konsumsi Benzene di Indonesia .....	6
Tabel 1. 4 Ekspor Benzene di Indonesia .....	7
Tabel 2. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Benzene.....	14
Tabel 2. 2 Harga $[\Delta H^\circ]_{(R)}$ dan $[\Delta G^\circ]_{(f 298)}$ .....	17
Tabel 6. 1 Neraca Panas Evaporizer.....	39
Tabel 6. 2 Neraca Panas Furnace 1 (F-111) .....	39
Tabel 6. 3 Neraca Panas Furnace 2 (F-112) .....	40
Tabel 6. 4 Neraca Panas Reaktor (R-111) .....	40
Tabel 6. 5 Neraca Panas Cooler (C-111).....	40
Tabel 6. 6 Neraca Panas Flash Drum (FD-111) .....	40
Tabel 6. 7 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-111).....	41
Tabel 6. 8 Neraca Panas Destilasi 1 (D-111).....	41
Tabel 6. 9 Neraca Panas Destilasi 2 (D-112).....	41
Tabel 8. 1 Kebutuhan Pendingin Alat Proses .....	51
Tabel 8. 2 Kualitas Air Umpan Boiler.....	53
Tabel 8. 3 Totak Kebutuhan Air .....	55
Tabel 8. 4 Spesifikasi Boiler .....	57
Tabel 8. 5 Kebutuhan Listrik Proses .....	60
Tabel 8. 6 Kebutuhan Listrik Utilitas .....	61
Tabel 8. 7 Total Kebutuhan Listrik.....	62
Tabel 8. 8 Kebutuhan Steam .....	63
Tabel 9. 1 Perincian Luas Tanah .....	74
Tabel 10. 1 Identifikasi SDS .....	79
Tabel 10. 2 Penanganan Tumpahan.....	81
Tabel 10. 3 Penanganan Kebakaran .....	83
Tabel 10. 4 Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan .....	87
Tabel 11. 1 Penggolongan Jabatan .....	102

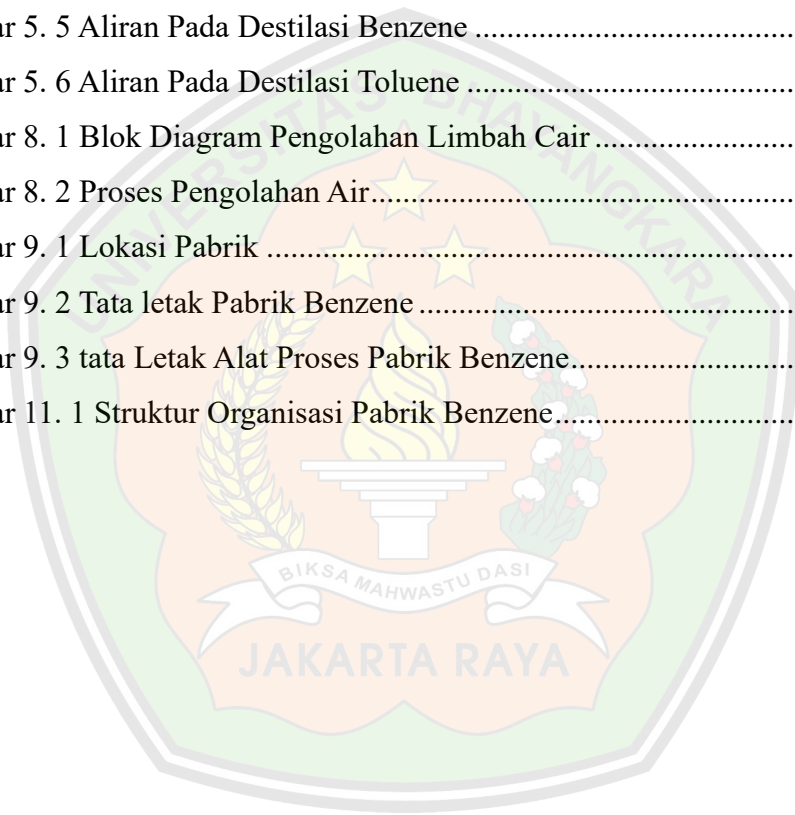
Tabel 11. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan .....	104
Tabel 12. 1 Fixed Capital Investment (FCI).....	110
Tabel 12. 2 Manufacturing Cost.....	110
Tabel 12. 3 Working Capital Investment (WCI) .....	111
Tabel 12. 4 Perhitungan Penjualan Produk .....	111
Tabel 12. 5 General Expense.....	112





## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4. 1 Diagram Kualitatif Proses Produksi Benzene .....	32
Gambar 4. 2 Diagram Alir Proses Produksi Benzene .....	33
Gambar 5. 1 Aliran Percabangan 1 .....	34
Gambar 5. 2 Aliran Percabangan II.....	35
Gambar 5. 3 Reaktor Alir Pipa.....	35
Gambar 5. 4 Aliran Pada Flashdrum.....	36
Gambar 5. 5 Aliran Pada Destilasi Benzene .....	37
Gambar 5. 6 Aliran Pada Destilasi Toluene .....	38
Gambar 8. 1 Blok Diagram Pengolahan Limbah Cair.....	66
Gambar 8. 2 Proses Pengolahan Air.....	67
Gambar 9. 1 Lokasi Pabrik .....	70
Gambar 9. 2 Tata letak Pabrik Benzene .....	75
Gambar 9. 3 tata Letak Alat Proses Pabrik Benzene.....	78
Gambar 11. 1 Struktur Organisasi Pabrik Benzene.....	94



## DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 1. 1 Impor Benzene di Indonesia .....	4
Grafik 1. 2 Produksi Benzene di Indonesia.....	5
Grafik 1. 3 Konsumsi Benzene di Indonesia.....	6
Grafik 1. 4 Ekspor Benzene di Indonesia.....	7



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan Neraca Massa
- Lampiran 2. Perhitungan Neraca Panas
- Lampiran 3. Perhitungan Spesifikasi Alat
- Lampiran 4. Perhitungan Utilitas
- Lampiran 5. Perhitungan Evaluasi Ekonomi
- Lampiran 6. Plagiarisme
- Lampiran 7. Biodata Mahasiswa
- Lampiran 8. Kartu Bimbingan Mahasiswa

