

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

SKRIPSI

Oleh:
ANANDA SITI CHOIRUNNISA
201910235007



**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:
ANANDA SITI CHOIRUNNISA
201910235007



**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 : Ananda Siti Choirunnisa

Nomor Pokok Mahasiswa : 201910235007

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 Elvi Kustiyah, S.T., M.T
NIDN 0326027001 NIDN 0306087403

LEMBAR PENGESAHAN

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

Nama Mahasiswa : Ananda Siti Choirunnisa

Nomor Pokok Mahasiswa : 201910235007

Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 Juli 2023

Bekasi, 27 Juli 2023

MENGESAHKAN,

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


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


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,



Ananda Siti Choirunnisa

201910235007

ABSTRAK

Ananda Siti Choirunnisa. 201910235007. 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

Ananda Siti Choirunnisa. 201910235007. *Design of a Benzene Plant from Toluene and Hydrogen with a Thermal Hydrodealkylation Process with a Capacity of 140,000 Tonnes/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 assist 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 built in Cilegon, Banten. The process chosen in the manufacture of benzene is thermal hydrodealkylation, with a product purity of 99.9% benzene. 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 units, and waste treatment units. The company is in the form of 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 shift and non-shift systems. The results of the economic analysis of the design of the benzene factory obtained ROI before tax of 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 26.03%. From this economic review, it can be concluded that a benzene plant from toluene and hydrogen with a capacity of 140,000 tons/year is feasible to build.*

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 : Ananda Siti Choirunnisa
Nomor Pokok Mahasiswa : 201910235007
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,



Ananda Siti Choirunnisa

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 Toluene dan Hidrogen dengan Proses *Thermal Hidrodealkylation* Kapasitas 140.000 Ton/Tahun”**, dengan tepat waktu.

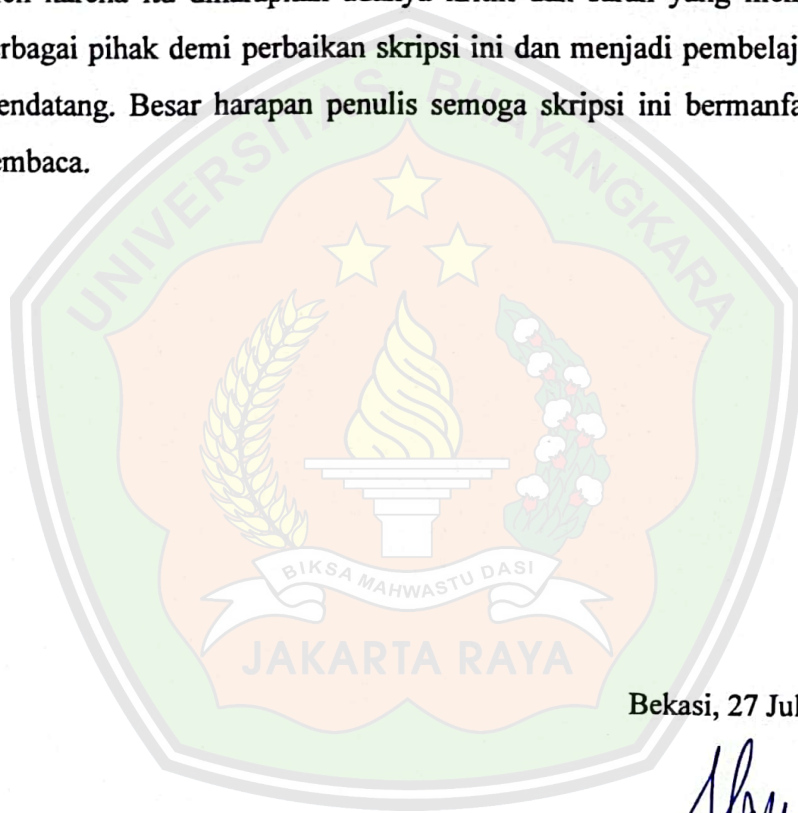
Penulisan skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam suatu Strata – 1 Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya dan diharapkan mampu menerapkan semua teori dan kemahiran teknik kimia kedalam bentuk prarancangan pabrik secara komprehensif.

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 Nuradiyah, 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. Resti Rianti selaku Partner yang sudah bekerjasama dengan baik selama penyusunan skripsi ini
9. 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

Ananda Siti Choirunnisa

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR GRAFIK	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	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
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	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
BAB III SPESIFIKASI BAHAN	25
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
BAB IV DIAGRAM ALIR KUALITATIF DAN KUANTITATIF.....	32
4.1 Diagram Alir Kualitatif.....	32
4.2 Diagram Alir Kuantitatif.....	33
BAB V NERACA MASSA.....	34
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
BAB VI NERACA PANAS.....	39
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
BAB VII SPESIFIKASI ALAT	42
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
BAB VIII UTILITAS.....		50
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
BAB IX TATA LETAK PABRIK.....		68
9.1	Lokasi Pabrik.....	68
9.2	Tata Letak Pabrik.....	71
9.3	Tata letak Mesin/Alat Proses.....	76
BAB X KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA.....		79
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
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN.....		91
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
BAB XII EVALUASI EKONOMI.....		109
12.1	Dasar Analisa.....	109
12.2	Hasil Perhitungan Biaya -biaya.....	109
BAB XIII KESIMPULAN DAN SARAN		115
13.1	Kesimpulan	115
13.2	Saran	115
DAFTAR PUSTAKA		117
LAMPIRAN		

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

