

**DESAIN PROYEK PABRIK PEMBUATAN BIPHENYL DARI BENZENE MELALUI
PROSES DEHIDROGENASI DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan
Seminar Skripsi pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

AZIZAH AZHAR

NIM. 40040118650009

PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**DESAIN PROYEK PABRIK PEMBUATAN BIPHENYL DARI BENZENE MELALUI
PROSES DEHIDROGENASI DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN**

Skripsi

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan
Teknik**

Disusun Oleh :

AZIZAH AZHAR

NIM. 40040118650009

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, Januari 2023

Dosen Pembimbing


Ir. Edy Supriyo, M.T.

NIP. 195904281987031003

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul :
Desain Proyek Pabrik Pembuatan Biphenyl Dari Benzena Melalui Proses
Dehidrogenasi dengan Kapasitas 23.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis :
Nama : Azizah Azhar
NIM : 40040118650009
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir/Skripsi ini telah disahkan dan disetujui pada:

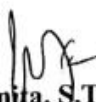
Hari : Selasa
Tanggal : 11 April 2023


Semarang, 11 April 2023

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,


Dr. Eng. Vita Paramita, S.T., M.M, M.Eng
NIP.198102152005012002


Dr. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng.
NIP. 198002202005011001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Azizah Azhar
NIM : 40040118650009
Judul Tugas Akhir : Desain Proyek Pabrik Pembuatan Biphenyl Dari Benzene Melalui Proses Dehidrogenasi Dengan Kapasitas 23.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/ S.Tr Teknologi Rekayas Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya kami Azizah Azhar dan partner saya atas nama Nadya Permata Kamila didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul “Desain Proyek Pabrik Pembuatan Ferrous Sulfate Heptahydrate Kapasitas 20.000 Ton/Tahun” yang terselesaikan tepat pada waktunya. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan magang ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus ikhlas penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Mohamad Endy Yulianto, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Heny Kusumayanti, S.T., M.T. selaku dosen wali, terima kasih atas bimbingan, dan dorongan motivasinya selama ini hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
3. Ir. Edy Supriyo, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dengan baik hingga laporan tugas akhir (skripsi) ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Orang tua yang tak henti-hentinya selalu mendoakan dan memotivasi untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa. Terima kasih atas segala dukungannya, baik secara material maupun spiritual hingga terselesaikannya laporan ini.
6. Nadya Permata Kamila, selaku partner skripsi. Terima kasih atas bantuan dan kerja samanya.
7. Fahmi Fiqih Dwiyanu, terima kasih atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan.
8. Aurum Azzahra, Inggrit Pangestu A, Ni Putu Adeyani, Oktaviani Kusuma W, Siti Dianti, Zulaikhah F. Terima kasih atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan.
9. Teman-teman mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri angkatan 2018 yang telah memberikan informasi, semangat, dan dukungan dalam menyelesaikan proposal ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang membangun bagi kita semua sangatlah diperlukan

Semarang, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.2.1 Prediksi Kebutuhan <i>Biphenyl</i> di Indonesia	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	3
1.2.3 Kapasitas Komersial (Minimal) Pabrik <i>Biphenyl</i>	3
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	4
1.3.1 Letak sumber bahan baku	5
1.3.2 Pemasaran Produk.....	6
1.3.3 Transportasi.....	6
1.3.4 Ketersediaan Lahan.....	6
1.3.5 Tenaga Kerja.....	6
1.4 Tinjauan Proses	7
1.4.1 Macam Proses	7
1.4.2 Pemilihan Proses	7
1.4.3 Kegunaan Produk.....	8
BAB II.....	9
DESKRIPSI PROSES.....	9
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	9
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	9
2.1.2 Spesifikasi Produk	9
2.2 Konsep Proses	11
2.2.1 Dasar Reaksi	11
2.2.2 Mekanisme Reaksi	11

2.2.3 Fase Reaksi	12
2.2.4 Kondisi Operasi	12
2.2.5 Tinjauan Termodinamika.....	12
2.2.6 Tinjauan Kinetika.....	14
2.3 Langkah Proses	15
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	16
2.3.2 Tahap Persiapan Bahan Pembantu.....	16
2.3.3 Tahapan Proses	16
2.4 Diagram Alir (<i>Flowsheet</i>).....	17
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	18
2.5.1 Neraca Massa	18
2.5.2 Neraca Panas	23
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan.....	27
2.6.1 Lay Out Pabrik.....	27
2.6.2 <i>Lay Out</i> Peralatan Proses	28
BAB III	30
SPESIFIKASI ALAT UTAMA	30
3.1 Spesifikasi Alat Proses.....	30
3.1.1 Spesifikasi Alat Penyimpanan	30
3.1.2 Alat Proses	32
3.1.3 Alat Perpindahan Panas	35
3.1.4 Alat Pemisah	37
3.1.5 Alat Penekan Gas.....	38
3.1.6 Pompa Proses	39
3.1.7 Alat Pengangkut.....	44
BAB IV	45
UNIT PENDUKUNG PROSES	45
4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	46
4.1.1 Kebutuhan Air.....	48
4.2 Unit Pengadaan Listrik	50
4.2.1 Listrik untuk Keperluan Proses, Utilitas dan Pengolahan Limbah.....	50
4.2.2 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC	51
4.2.3 Kebutuhan Listrik untuk Bengkel, Laboratorium, dan Instrumentasi	52
4.2.4 Generator.....	53

4.3 Unit Pengadaan Steam	54
4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar	54
4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan	55
4.6 Laboratorium.....	56
4.6.1 Laboratorium Fisik dan Analitik.....	57
4.6.2 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	59
4.6.3 Analisa Air.....	59
4.7 Unit Pengolahan Limbah	59
BAB V	61
MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	61
5.1. Bentuk Perusahaan.....	61
5.1.1. Usaha Persekutuan	61
5.2 Struktur Organisasi	62
5.3 Tugas dan Wewenang.....	65
5.3.1 Pemegang Saham.....	65
5.3.2 Dewan Komisaris.....	65
5.3.4 Direksi.....	65
5.3.5 Kepala Departemen.....	66
5.4 Pembagian Jam Kerja	67
5.5.1 Penggolongan Jabatan.....	69
5.5.2 Sistem dan Pengolahan Gaji	70
5.6 Kesejahteraan Karyawan Sosial Karyawan	71
5.6 Corporate Social Responsibility	72
BAB VI.....	74
TROUBLESHOOTING.....	74
6.1 Unit Penyimpanan.....	74
6.2 Unit Proses	75
BAB VII.....	80
ANALISA EKONOMI	80
7.1 Perkiraan Harga Peralatan.....	80
7.2 Penetapan Dasar Perhitungan	83
7.3 Perhitungan Biaya Produksi (Production Cost)	83
7.3.1 Penaksiran Modal Industri (Total Capital Investment).....	83
7.3.2 Production Cost.....	86

7.4 Analisis Kelayakan	89
7.4.1 Percent Profit on Sales (POS)	89
7.4.2 Percent Return on Investment (ROI)	89
7.4.3 Internal Rate of Return (IRR)	89
7.4.4 Pay Out Time (POT).....	90
7.4.5 Break Event Point (BEP)	90
7.4.6 Shut Down Point (SDP)	90
7.5 Hasil Perhitungan.....	91
7.5.1 Fixed Capital Investment	91
7.5.2 Working Capital.....	91
7.5.3 Harga Pokok Penjualan.....	92
7.5.4 Variable Cost	93
7.5.5 Fixed Cost	93
7.5.6 Analisa Kelayakan	94
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN A.....	98
PERHITUNGAN NERACA MASSA	98
LAMPIRAN B	108
PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	108
LAMPIRAN C	119
SPESIFIKASI ALAT.....	119
LAMPIRAN D.....	175
ANALISA EKONOMI	175

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Biphenyl (BPS, 2021).....	1
Tabel 1.2 Data Proyeksi Kebutuhan Biphenyl di Indonesia	3
Tabel 1.3 Produsen Biphenyl di Dunia (EPA,1977).....	4
Tabel 1.4 Hasil Analisis Pemilihan Lokasi.....	5
Tabel 1.5 Produsen Paraxylene dan Naftalena di Indonesia.....	6
Tabel 1.6 Jenis-Jenis Proses Pembuatan Biphenyl	7
Tabel 2.1 Harga (ΔH°_f) dan (ΔG°_f) Masing – Masing Komponen (Yaws, 1999).....	12
Tabel 2.2 Neraca Massa Heat Exchanger (HE-01).....	18
Tabel 2.3 Neraca Massa Evaporator (EV-01).....	18
Tabel 2.4 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	18
Tabel 2.5 Neraca Massa Kondensor Parsial (CP-01).....	18
Tabel 2.6 Neraca Massa Scrubber (SC-01).....	19
Tabel 2.7 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)	19
Tabel 2.8 Neraca Massa Kondensor (CD-02).....	19
Tabel 2.9 Neraca Massa Akumulator (AC-01)	20
Tabel 2.10 Neraca Massa Tangki (T-02).....	20
Tabel 2.11 Neraca Massa Prilling Tower (PT)	20
Tabel 2.12 Neraca Massa Overall.....	20
Tabel 2.13 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01).....	23
Tabel 2.14 Neraca Panas Evaporator (EV-01).....	23
Tabel 2.15 Neraca Panas Reaktor (R-01)	23
Tabel 2.16 Neraca Panas Kondensor Parsial (CP-01)	23
Tabel 2.17 Neraca Panas Scrubber (SC-01)	24
Tabel 2.18 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01).....	24
Tabel 2.19 Neraca Panas Kondensor (CD-02).....	24
Tabel 2.20 Neraca Panas Prilling Tower (PT)	25
Tabel 2.21 Neraca Panas Overall.....	25
Tabel 4.1 Spesifikasi Air Demin.....	46
Tabel 4.2 Kebutuhan Air Pendingin	48
Tabel 4.3 Kebutuhan Air Umpan Boiler.....	49
Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik Untuk Proses.....	50
Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas	51
Tabel 4.6 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan.....	51

Tabel 4.7 Spesifikasi Generator	53
Tabel 4.8 Spesifikasi Bahan Bakar	53
Tabel 5.1 Pembagian Shift Karyawan.....	68
Tabel 5.2 Jadwal Hari Kerja Karyawan Shift setiap Group.....	68
Tabel 5.3 Jabatan	69
Tabel 5.4 Perincian Jabatan, Jumlah karyawan dan Gaji.....	70
Tabel 6.1 Troubleshooting Unit Penyimpanan.....	74
Tabel 6.2 Troubleshooting Unit Proses	75
Tabel 7.1 Indeks CEP Tahun 2001 sampai dengan 2023 (Chemengonline.com, 2021).....	81
Tabel 7.2 Fixed Capital Investment	91
Tabel 7.3 Working Capital.....	91
Tabel 7.4 Variable Cost	93
Tabel 7.5 Fixed Cost	93
Tabel 7.6 Cash Flow	94
Tabel A.1 Komponen, berat molekul, dan titik didih.....	98
Tabel A.2 Neraca Massa Heat Exchanger (HE-01).....	99
Tabel A. 3 Neraca Massa Evaporator (EV-01).....	100
Tabel A.4 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	100
Tabel A.5 Neraca Massa Kondensor Parsial (CP-01).....	101
Tabel A.6 Neraca Massa Scrubber (SC-01).....	102
Tabel A.7 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01).....	104
Tabel A.8 Neraca Massa Kondensor (CD-02).....	104
Tabel A.9 Neraca Massa Akumulator (AC-01).....	105
Tabel A.10 Neraca Massa Tangki (T-02)	106
Tabel A.11 Neraca Massa Prilling Tower (PT)	107
Tabel B.1 Koefisien Panas (Yaws, 1999).....	108
Tabel B.2 Koefisien Panas (Yaws, 1999)	109
Tabel B.3 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01)	110
Tabel B.4 Neraca Panas Evaporator (EV-01)	111
Tabel B.5 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	112
Tabel B.6 Neraca Panas Kondensor Parsial (CP-01).....	114
Tabel B.7 Neraca Panas Scrubber (SC-01).....	115
Tabel B.8 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)	116
Tabel B.9 Neraca Panas Kondensor (CD-02)	117

Tabel B.10 Neraca Panas Prilling Tower (PT)	118
Tabel D.1 Index Chemical Engineering Plant (Chemical Engineering Magazine).....	175
Tabel D.2 Perhitungan Indeks.....	176
Tabel D.3 Harga Alat.....	178
Tabel D.4 Capital Investment	180
Tabel D.5 Working Capital.....	182
Tabel D.6 Variable Cost	183
Tabel D.7 Fixed Cost	183

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kebutuhan Biphenyl	2
Gambar 1.2 Data Proyeksi Kebutuhan Biphenyl di Indonesia	3
Gambar 1.3 Reaksi Dehidrogenasi Benzene	7
Gambar 1.4 Reaksi Dimerisasi Benzene	7
Gambar 2.1 Diagram Alir Neraca Massa Overall.....	22
Gambar 2.2 Diagram Alir Neraca Panas Overall.....	26
Gambar 2.3 Layout Pabrik.....	28
Gambar 2.4 Layout Peralatan Proses	29
Gambar 3.1 Tangki Penyimpanan Benzena.....	30
Gambar 3.2 Tangki Penjenuhan Biphenyl	30
Gambar 3.3 Silo	31
Gambar 3.4 Akumulator	32
Gambar 3.5 Reaktor Alir Pipa	32
Gambar 3.6 Packed Column Scrubber	33
Gambar 3.7 Menara Distilasi	34
Gambar 3.8 Heat Exchanger	35
Gambar 3.9 Kondensor Parsial	36
Gambar 3.10 Kondensor	36
Gambar 3.11 Evaporator.....	37
Gambar 3.12 Prilling Tower	38
Gambar 3.13 Blower (B-01)	38
Gambar 3.14 Blower (B-02)	39
Gambar 3.15 Pompa Benzena.....	39
Gambar 3.16 Pompa 02.....	40
Gambar 3.17 Pompa-03	40
Gambar 3.18 Pompa-04	41
Gambar 3.19 Pompa-05	42
Gambar 3.20 Pompa-06	42
Gambar 3.21 Pompa-07	43
Gambar 3.22 Belt Conveyor	44
Gambar 3.23 Bucket Elevator.....	44
Gambar 4.1 Diagram Blok Demineralized Water Plant.....	47
Gambar 4.2 Diagram Blok Cooling Water System	48

Gambar 7. 1 Index CEP tahun 2001-2023	82
Gambar C.1 Tangki Bahan Baku.....	119
Gambar C.2 Tangki Penjenuhan Biphenyl	120
Gambar C.3 Silo.....	122
Gambar C.4 Akumulator.....	124
Gambar C.5 Reaktor Alir Pipa.....	127
Gambar C.6 Menara Distilasi	139
Gambar C.7 Pompa.....	163
Gambar C.8 Bucket Elevator	173

INTISARI

Kebutuhan biphenyl di Indonesia belum terpenuhi oleh produsen lokal, sehingga harus melakukan impor dari luar negeri. Pabrik biphenyl didirikan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan biphenyl didalam negeri. Pabrik biphenyl ini direncanakan didirikan pada tahun 2023 dengan kapasitas 23.000 ton/tahun dengan menggunakan proses dehidrogenasi benzene. Bahan baku utama dari pabrik ini adalah benzene, dan akan didirikan di Kawasan Industri Tuban, Jawa Timur. Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT), Tbk. Proses pembuatan biphenyl berlangsung didalam reaktor alir pipa pada fase gas. Reaksi didalam reaktor bersifat endotermis, dan berlangsung pada suhu 376°C dan tekanan 2 atm. Katalis yang digunakan adalah Zn dengan konversi reaksi sebesar 67,67%. Kebutuhan energi pada pabrik ini diperoleh dari bahan bakar solar. Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangan. Pabrik ini juga dilengkapi dengan unit laboratorium. Pada prarancangan pabrik biphenyl ini dapat dilihat analisa kelayakannya berdasarkan nilai B/C sebesar 1,105; IRR sebesar 38%; POT sebesar 3 tahun; SDP sebesar 33%; dan ROI sebesar 60,24% serta BEP 41%.