

**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:

NADYA PERMATA KAMILA

NIM. 40040118650026

PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

ii

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 :

NADYA PERMATA KAMILA

NIM. 40040118650026

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 15 Januari 2023

Dosen Pembimbing


Ir. Edy Supriyo, M.T.

NIP. 195904281987031003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

iii

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Nadya Permata Kamila

NIM 40040118650026

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 Rekayasa Kimia Industri

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



Semarang, 10 Januari 2023



Nadya Permata Kamila

NIM. 40040118650026

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 *Biphenyl* Dari Benzene Melalui Proses Dehidrogenasi Dengan Kapasitas 23.000 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. Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D. 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, tenaga kependidikan, dan staff administrasi 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. Azizah Azhar, selaku partner skripsi. Terima kasih atas bantuan dan kerja samanya.
7. Muhammad Falih Akbar, terima kasih atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan.
8. Zulaikhah F, Aurum Azzahra, Inggrit Pangestu A, Ni Putu Adeyani, Oktaviani Kusuma W, Siti Dianti. 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 PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
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	11
2.2.4 Kondisi Operasi	12
2.2.5 Tinjauan Termodinamika.....	12
2.2.6 Tinjauan Kinetika.....	13
2.3 Langkah Proses	15
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	15
2.3.2 Tahap Persiapan Bahan Pembantu.....	15
2.3.3 Tahapan Proses	16
2.4 Diagram Alir (<i>Flowsheet</i>).....	17
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	17
2.5.1 Neraca Massa	17
2.5.2 Neraca Panas	22
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan.....	26
2.6.1 <i>Lay Out</i> Pabrik	26
2.6.2 <i>Lay Out</i> Peralatan Proses	27
BAB III	29
SPESIFIKASI ALAT UTAMA	29
3.1 Spesifikasi Alat Proses.....	29
3.1.1 Spesifikasi Alat Penyimpanan	29
3.1.2 Alat Proses	31
3.1.3 Alat Perpindahan Panas	34

3.1.4 Alat Pemisah	36
3.1.5 Alat Penekan Gas	37
3.1.6 Pompa Proses	38
3.1.7 Alat Pengangkut.....	43
BAB IV	44
UNIT PENDUKUNG PROSES	44
4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	45
4.1.1 Kebutuhan Air.....	47
4.2 Unit Pengadaan Listrik	49
4.2.1 Listrik untuk Keperluan Proses, Utilitas dan Pengolahan Limbah	49
4.2.2 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC	50
4.2.3 Kebutuhan Listrik untuk Bengkel, Laboratorium, dan Instrumentasi	51
4.2.4 Generator.....	52
4.3 Unit Pengadaan Steam	53
4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar	53
4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan	54
4.6 Laboratorium.....	55
4.6.1 Laboratorium Fisik dan Analitik.....	56
4.6.2 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	58
4.6.3 Analisa Air	58
4.7 Unit Pengolahan Limbah	58
BAB V	60
MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	60
5.1. Bentuk Perusahaan.....	60
5.1.1. Usaha Persekutuan	60
5.2 Struktur Organisasi	61
5.3 Tugas dan Wewenang.....	64

5.3.1 Pemegang Saham.....	64
5.3.2 Dewan Komisaris.....	64
5.3.4 Direksi.....	64
5.3.5 Kepala Departemen.....	65
5.4 Pembagian Jam Kerja	66
5.5.1 Penggolongan Jabatan.....	68
5.5.2 Sistem dan Pengolahan Gaji	69
5.6 Kesejahteraan Karyawan Sosial Karyawan	70
5.6 <i>Corporate Social Responsibility</i>	71
BAB VI.....	73
<i>TROUBLESHOOTING</i>	73
6.1 Unit Penyimpanan.....	73
6.2 Unit Proses	74
BAB VII.....	78
ANALISA EKONOMI	78
7.1 Perkiraan Harga Peralatan.....	78
7.2 Penetapan Dasar Perhitungan	81
7.3 Perhitungan Biaya Produksi (<i>Production Cost</i>).....	81
7.3.1 Penaksiran Modal Industri (<i>Total Capital Investment</i>).....	81
7.3.2 <i>Production Cost</i>	84
7.4 Analisis Kelayakan	86
7.4.1 <i>Percent Profit on Sales (POS)</i>	87
7.4.2 <i>Percent Return on Investment (ROI)</i>	87
7.4.3 <i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	87
7.4.4 <i>Pay Out Time (POT)</i>	87
7.4.5 <i>Break Event Point (BEP)</i>	87
7.4.6 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	88

7.5 Hasil Perhitungan.....	88
7.5.1 <i>Fixed Capital Investment</i>	88
7.5.2 <i>Working Capital</i>	89
7.5.3 Harga Pokok Penjualan.....	89
7.5.4 <i>Variable Cost</i>	90
7.5.5 <i>Fixed Cost</i>	90
7.5.6 Analisa Kelayakan	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN A.....	95
PERHITUNGAN NERACA MASSA	95
LAMPIRAN B	105
PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	105
LAMPIRAN C	116
SPEKIFIKASI ALAT.....	116
LAMPIRAN D.....	172
ANALISA EKONOMI	172

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor <i>Biphenyl</i> (BPS, 2021)	1
Tabel 1.2 Data Proyeksi Kebutuhan <i>Biphenyl</i> di Indonesia	3
Tabel 1.3 Produsen <i>Biphenyl</i> 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 <i>Biphenyl</i>	7
Tabel 2.1 Harga (ΔH°_f) dan (ΔG°_f) Masing – Masing Komponen (Yaws, 1999).....	12
Tabel 2.2 Neraca Massa <i>Heat Exchanger</i> (HE-01)	17
Tabel 2.3 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-01)	17
Tabel 2.4 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	18
Tabel 2.5 Neraca Massa Kondensor Parsial (CP-01).....	18
Tabel 2.6 Neraca Massa <i>Scrubber</i> (SC-01)	18
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)	19
Tabel 2.10 Neraca Massa Tangki (T-02).....	19
Tabel 2.11 Neraca Massa <i>Prilling Tower</i> (PT).....	19
Tabel 2.12 Neraca Massa <i>Overall</i>	20
Tabel 2.13 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01)	22
Tabel 2.14 Neraca Panas <i>Evaporator</i> (EV-01)	22
Tabel 2.15 Neraca Panas Reaktor (R-01)	22
Tabel 2.16 Neraca Panas Kondensor Parsial (CP-01)	22
Tabel 2.17 Neraca Panas <i>Scrubber</i> (SC-01)	23
Tabel 2.18 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01).....	23
Tabel 2.19 Neraca Panas Kondensor (CD-02).....	23
Tabel 2.20 Neraca Panas <i>Prilling Tower</i> (PT).....	24
Tabel 2.21 Neraca Panas <i>Overall</i>	24
Tabel 4.1 Spesifikasi Air Demin.....	45
Tabel 4.2 Kebutuhan Air Pendingin	47
Tabel 4.3 Kebutuhan Air Umpan Boiler.....	48
Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik Untuk Proses.....	49
Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas	50
Tabel 4.6 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan.....	50

Tabel 4.7 Spesifikasi Generator	52
Tabel 4.8 Spesifikasi Bahan Bakar	52
Tabel 5.1 Pembagian Shift Karyawan.....	67
Tabel 5.2 Jadwal Hari Kerja Karyawan <i>Shift</i> setiap Group	67
Tabel 5.3 Jabatan	68
Tabel 5.4 Perincian Jabatan, Jumlah karyawan dan Gaji.....	69
Tabel 6.1 Troubleshooting Unit Penyimpanan.....	73
Tabel 6.2 Troubleshooting Unit Proses	74
Tabel 7.1 Indeks CEP Tahun 2001 sampai dengan 2023 (Chemengonline.com, 2021).....	79
Tabel 7.2 <i>Fixed Capital Investement</i>	88
Tabel 7.3 <i>Working Capital</i>	89
Tabel 7.4 <i>Variable Cost</i>	90
Tabel 7.5 <i>Fixed Cost</i>	90
Tabel 7.6 <i>Cash Flow</i>	91
Tabel A.1 Komponen, berat molekul, dan titik didih.....	95
Tabel A.2 Neraca Massa <i>Heat Exchanger</i> (HE-01).....	96
Tabel A. 3 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-01)	97
Tabel A.4 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	97
Tabel A.5 Neraca Massa Kondensor Parsial (CP-01).....	98
Tabel A.6 Neraca Massa <i>Scrubber</i> (SC-01)	99
Tabel A.7 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)	101
Tabel A.8 Neraca Massa Kondensor (CD-02).....	101
Tabel A.9 Neraca Massa Akumulator (AC-01)	102
Tabel A.10 Neraca Massa Tangki (T-02)	103
Tabel A.11 Neraca Massa <i>Prilling Tower</i> (PT)	104
Tabel B.1 Koefisien Panas (Yaws, 1999).....	105
Tabel B.2 Koefisien Panas (Yaws, 1999)	106
Tabel B.3 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01).....	107
Tabel B.4 Neraca Panas <i>Evaporator</i> (EV-01)	108
Tabel B.5 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	109
Tabel B.6 Neraca Panas Kondensor Parsial (CP-01).....	111
Tabel B.7 Neraca Panas <i>Scrubber</i> (SC-01).....	112
Tabel B.8 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)	113
Tabel B.9 Neraca Panas Kondensor (CD-02)	114

Tabel B.10 Neraca Panas <i>Prilling Tower</i> (PT)	115
Tabel D.1 <i>Index Chemical Engineering Plant</i> (Chemical Engineering Magazine).....	172
Tabel D.2 Perhitungan Indeks.....	173
Tabel D.3 Harga Alat.....	175
Tabel D.4 <i>Capital Investment</i>	177
Tabel D.5 <i>Working Capital</i>	179
Tabel D.6 <i>Variable Cost</i>	180
Tabel D.7 <i>Fixed Cost</i>	180

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kebutuhan <i>Biphenyl</i>	2
Gambar 1.2 Data Proyeksi Kebutuhan <i>Biphenyl</i> di Indonesia.....	3
Gambar 1.3 Reaksi Dehidrogenasi Benzene.....	7
Gambar 1.4 Reaksi Dimerisasi Benzene.....	7
Gambar 2.1 Diagram Alir Neraca Massa <i>Overall</i>	21
Gambar 2.2 Diagram Alir Neraca Panas <i>Overall</i>	25
Gambar 2.3 <i>Layout</i> Pabrik.....	27
Gambar 2.4 <i>Layout</i> Peralatan Proses.....	28
Gambar 3.1 Tangki Penyimpanan Benzena.....	29
Gambar 3.2 Tangki Penjenuhan <i>Biphenyl</i>	29
Gambar 3.3 Silo.....	30
Gambar 3.4 Akumulator.....	31
Gambar 3.5 Reaktor Alir Pipa.....	31
Gambar 3.6 <i>Packed Column Scrubber</i>	32
Gambar 3.7 Menara Distilasi.....	33
Gambar 3.8 <i>Heat Exchanger</i>	34
Gambar 3.9 Kondensor Parsial.....	35
Gambar 3.10 Kondensor.....	35
Gambar 3.11 <i>Evaporator</i>	36
Gambar 3.12 <i>Prilling Tower</i>	37
Gambar 3.13 <i>Blower</i> (B-01).....	37
Gambar 3.14 <i>Blower</i> (B-02).....	38
Gambar 3.15 Pompa Benzena.....	38
Gambar 3.16 Pompa 02.....	39
Gambar 3.17 Pompa-03.....	39
Gambar 3.18 Pompa-04.....	40
Gambar 3.19 Pompa-05.....	41
Gambar 3.20 Pompa-06.....	41
Gambar 3.21 Pompa-07.....	42
Gambar 3.22 <i>Belt Conveyor</i>	43
Gambar 3.23 <i>Bucket Elevator</i>	43
Gambar 4.1 Diagram Blok <i>Demineralized Water Plant</i>	46
Gambar 4.2 Diagram Blok <i>Cooling Water System</i>	47

Gambar 7. 1 Index CEP tahun 2001-2023	80
Gambar C.1 Tangki Bahan Baku.....	116
Gambar C.2 Tangki Penjenuhan <i>Biphenyl</i>	117
Gambar C.3 Silo.....	119
Gambar C.4 Akumulator.....	121
Gambar C.5 Reaktor Alir Pipa.....	124
Gambar C.6 Menara Distilasi	136
Gambar C.7 Pompa.....	160
Gambar C.8 <i>Bucket Elevator</i>	170

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 2 tahun 7 bulan; SDP sebesar 29%; dan ROI sebesar 56% serta BEP 49%.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri di Indonesia saat ini mengalami kemajuan yang cukup pesat seiring dengan perkembangan zaman. Industri yang saat ini terus mengalami kemajuan adalah industri kimia, baik industri yang menghasilkan bahan setengah jadi, bahan jadi maupun bahan baku untuk digunakan di beberapa industri lain (Robiati, 2018).

Biphenyl merupakan senyawa hidrogen aromatik yang mempunyai rumus molekul $C_{12}H_{10}$. *Biphenyl* adalah suatu komponen organik yang mempunyai bentuk kristal. Kegunaan *Biphenyl* dalam industri kimia cukup luas, yaitu sebagai bahan intermediet dimana digunakan sebagai bahan baku pembuatan polimer, pembawa zat warna tekstil, pembawa zat warna tinta cetak, pengawet makanan dan lainnya (Kirk Othmer, 1996).

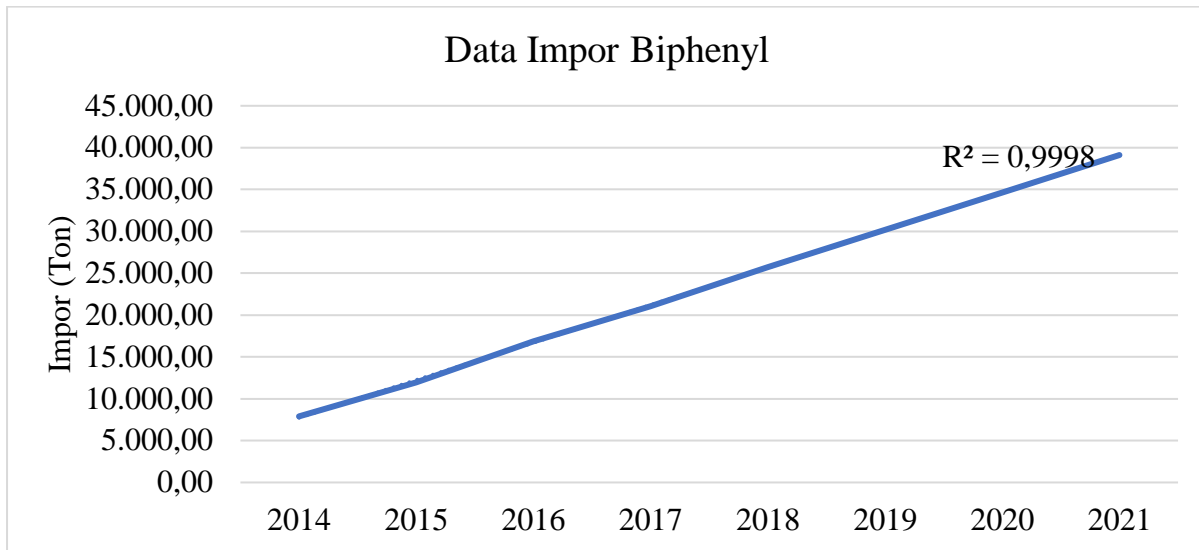
Kebutuhan akan *Biphenyl* yang semakin lama semakin meningkat, sedangkan negara kita masih mengimpor dari negara lain. Maka dengan mendirikan pabrik *Biphenyl* tersebut dapat menguntungkan dan akan memberi manfaat bagi industri lain. Selain dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, dengan berdirinya pabrik *Biphenyl* ini diharapkan juga dapat menambah devisa negara serta dapat membuka lapangan pekerjaan sehingga dapat mengurangi pengangguran (Robiati, 2018). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik terkait dengan kebutuhan impor *Biphenyl* di Indonesia dari tahun 2014 – 2021 dapat dilihat pada tabel 1.1 dibawah ini.

Tabel 1.1 Data Impor *Biphenyl* (BPS, 2021)

Tahun	Kapasitas (Ton)
2014	7.897,00
2015	11.956,21
2016	16.856,13
2017	21.083,67
2018	25.745,01
2019	30.154,65
2020	34.637,00
2021	39.119,34

Berdasarkan data pada tabel 1.1 dapat dihitung kebutuhan *Biphenyl* di Indonesia dari data impor. Dimana kebutuhan didapatkan dari produksi dikurangi jumlah impor. Tingginya

kebutuhan *Biphenyl* di Indonesia dibuktikan dengan meningkatnya impor *Biphenyl* dari tahun ke tahun yang ditunjukkan pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kebutuhan *Biphenyl*

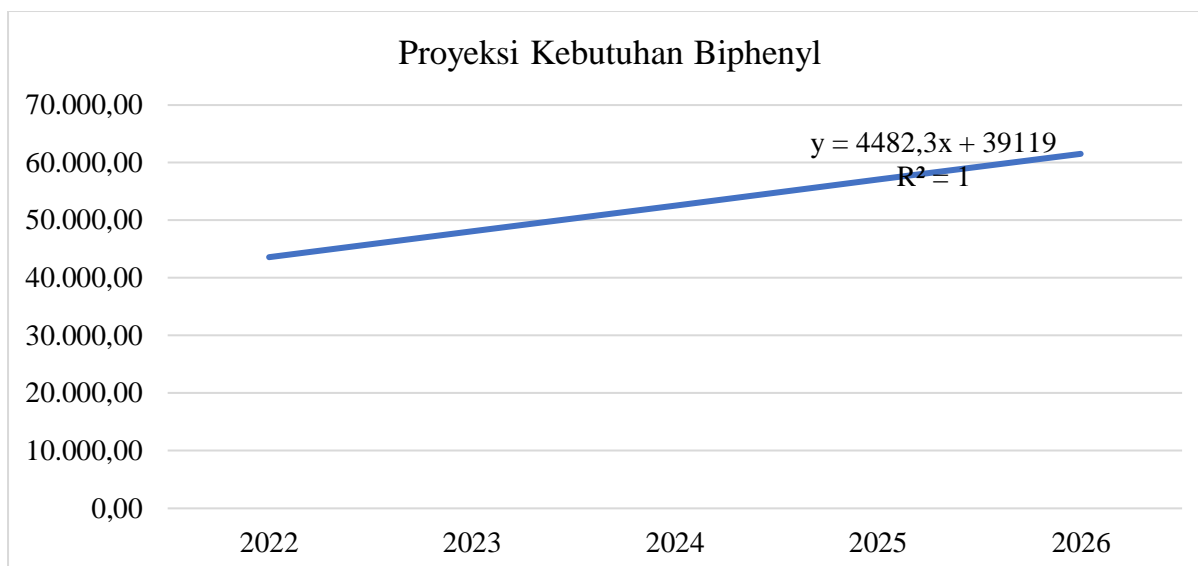
1.2 Kapasitas Rancangan

Kapasitas pabrik *Biphenyl* ditentukan berdasarkan pada pertimbangan berikut ini :

- Prediksi kebutuhan *Biphenyl* di Indonesia,
- Ketersediaan bahan baku,
- Kapasitas komersial (minimal) pabrik *Biphenyl*.

1.2.1 Prediksi Kebutuhan *Biphenyl* di Indonesia

Proyeksi rencana pembangunan Pabrik *Biphenyl* dirancang pada tahun 2023 dan diperkirakan pembangunan akan selesai dalam kurun waktu tiga tahun yaitu pada tahun 2026. Maka dari itu, dibutuhkan proyeksi perkiraan kebutuhan *Biphenyl* setelah pabrik selesai dibangun. Hal tersebut dilakukan, untuk terdapat keseimbangan antara kapasitas produksi pabrik dengan peningkatan kebutuhan produk. Berdasarkan data impor kebutuhan *Biphenyl* pada gambar 1.1, kebutuhan *Biphenyl* meningkat setiap tahunnya. Dibawah ini adalah data proyeksi kebutuhan *Biphenyl* dari tahun 2022 hingga tahun 2026.



Gambar 1.2 Data Proyeksi Kebutuhan *Biphenyl* di Indonesia

Jika dilakukan pendekatan dengan menggunakan regresi linear dapat dinyatakan dalam persamaan garis lurus. Didapatkan persamaan $y = 4482,4x + 39119$ dengan nilai $R^2 = 1$.

Tabel 1.2 Data Proyeksi Kebutuhan *Biphenyl* di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton)
2022	43.601,69
2023	48.084,04
2024	52.566,39
2025	57.048,74
2026	61.531,08

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku adalah salah satu faktor yang penting untuk kelangsungan proses produksi. Bahan baku benzene diperoleh dari PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama (TPPI) Tuban, Jawa Timur yang mempunyai kapasitas produksi 400.000 ton/tahun.

1.2.3 Kapasitas Komersial (Minimal) Pabrik *Biphenyl*

Menurut *Survey of Biphenyl* CAS no. 92-52-4, standar pabrik *Biphenyl* yang sudah beroperasi mempunyai rentang 1.000 - 10.000 ton /tahun. Rentang ini telah didasarkan pada standarisasi yang oleh Lembaga Internasional REACH (*Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals*) yang mempunyai tugas untuk menguji kelayakan

pabrik-pabrik internasional (Maya-Drysdale, 2015). Pabrik *biphenyl* sudah berdiri di Amerika Serikat sejak tahun 1970. Beberapa pabrik penghasil *biphenyl* adalah berikut ini :

Tabel 1.3 Produsen Biphenyl di Dunia (EPA,1977)

Produsen	Lokasi	Kapasitas (.10 ⁶ lb/tahun)
Chemol, Inc.	Greensboro, North Carolina	5
CPS Chemical Co.	Old Bridge, New Jersey	<1
Dow Chemical Co.	Bay City, Michigan	10-20
East Coast Chemical Co.	Cedar Groove, New Jersey	1-4
Monsato Industrial Chemicals	Anniston, Alabama	45
Pilot Industries	Houston, Texas	15-20
Sun Oil of Penn (Suntide)	Corpus Christi, Texas	10-20
Sybron Corp., Tanatex Chemical Div.	Lyndrhust, New Jersey	10

Perusahaan penghasil *biphenyl* di Asia yaitu *Jiangsu Zhongneng Chemical Technology Co.,Ltd* yang mempunyai kapasitas produksi sebesar 10.000 ton/tahun. Sehingga, berdasarkan kapasitas pabrik *biphenyl* yang telah berdiri di Amerika dan China berkisar 4.500-20.000 ton/tahun. Maka, penentuan kapasitas *Biphenyl* sebesar 23.000 ton/tahun dalam pra rancangan pabrik ini dinyatakan layak untuk didirikan.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Dalam perancangan pabrik, pemilihan lokasi pabrik adalah hal yang sangat penting. Hal ini guna menentukan perkembangan dan kemajuan dalam pemasaran dan nilai ekonomisnya.

Tabel 1.4 Hasil Analisis Pemilihan Lokasi

No.	Faktor yang Dinilai	Bobot	Skor			Bobot		
			Gresik	Tuban	Pasuruan	Gresik	Tuban	Pasuruan
1.	Sumber bahan baku	30	3	4	3	90	120	100
2.	Lokasi pasar	25	3	4	3	75	100	110
3.	Harga tanah	15	4	4	3	45	85	70
4.	Transportasi	10	2	4	4	40	80	80
5.	Tenaga kerja	10	4	3	2	20	75	60
6.	Limbah	30	3	3	2	60	50	50
Jumlah						330	510	470

Keterangan skor :

1 = Kurang

2 = Sedang

3 = Baik

4 = Baik Sekali

Menentukan bobot factor yang dinilai :

Sumber bahan baku = 30

Pasar = 25

Harga tanah = 15

Sarana transportasi = 10

Tenaga kerja = 10

Limbah = 30

Sesuai dengan hasil analisis penentuan lokasi pabrik *biphenyl* tersebut menghasilkan bahwa pabrik direncanakan akan dibangun di Tuban Jawa Timur.

1.3.1 Letak sumber bahan baku

Bahan baku utama pembuatan *biphenyl* adalah benzene yang dapat dipasok dari PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama (TPPI) Tuban. Pemilihan lokasi pabrik ini dipilih

dikawasan industri Tuban Jawa Timur untuk mempermudah penyediaan bahan baku dan mengurangi biaya transportasi dari sumber bahan baku dengan lokasi pabrik.

1.3.2 Pemasaran Produk

Produk yang di hasilkan dari perancangan pabrik *biphenyl* ini akan dipasarkan ke dalam negeri maupun luar negeri. *Biphenyl* yang diproduksi, dipasarkan ke perusahaan penghasil paraxylene yang bermanfaat untuk pelapis cat, emulsifier, pewarna serta dipasarkan ke perusahaan penghasil naftalena yang digunakan sebagai penghambat/mencegah tumbuhnya jamur.

Tabel 1.5 Produsen Paraxylene dan Naftalena di Indonesia

Nama Perusahaan	Komoditi	Kapasitas
PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama	Paraxylene	550.000 ton/tahun
PT. Pertamina	Paraxylene	270.000 ton/tahun

1.3.3 Transportasi

Bahan baku pembuatan *biphenyl* yaitu benzene dari PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama (TPPI) Tuban. Jarak lokasi sumber bahan baku dan pabrik yang tidak terlalu jauh maka akan memudahkan transportasi dan menghemat biaya untuk menempuh perjalanan. Lokasi pabrik *biphenyl* ini juga dekat dengan sarana transportasi jarak jauh yaitu pelabuhan, untuk pemasaran ke luar pulau jawa maupun ekspor.

1.3.4 Ketersediaan Lahan

Pada daerah Tuban memiliki lahan yang cukup luas sehingga mendukung untuk didirikannya pabrik *biphenyl*. Selain itu, kawasan Tuban merupakan kawasan industri sehingga pemerintah mempermudah dalam pengurusan izin pembangunan pabrik baru.

1.3.5 Tenaga Kerja

Pada kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi dari penduduk setempat, tetapi dengan memenuhi kriteria perusahaan. Dengan didirikannya pabrik *biphenyl* ini juga akan menyerap tenaga kerja yang cukup banyak, sehingga dapat mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

1.4 Tinjauan Proses

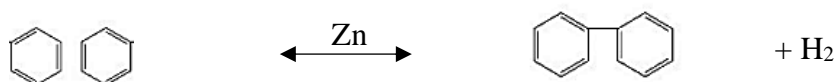
1.4.1 Macam Proses

Produksi *biphenyl* dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

a. Dehidrogenasi Benzene

Pembuatan *biphenyl* dengan cara berjalan optimal pada suhu 375-400°C dan tekanan 2 atm dengan menggunakan katalis.

Reaksi :

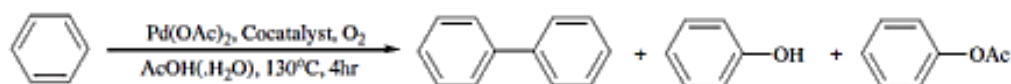


Gambar 1.3 Reaksi Dehidrogenasi Benzene

Proses dilakukan pada fase gas dengan menggunakan reaktor alir pipa. Produk berupa *biphenyl* dan hidrogen yang di murnikan di dalam menara distilasi.

b. Dimerisasi Benzene

Pembuatan *Biphenyl* dengan cara ini dapat dilakukan dengan reaksi berikut :



Gambar 1.4 Reaksi Dimerisasi Benzene

Reaksi dengan katalis (PdCl₂) berlangsung pada suhu 165 – 185 °C pada tekanan 10 atm di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB).

(Ullmans Encyclopedia of Chemical Technology)

1.4.2 Pemilihan Proses

Pemilihan proses mengacu pada segi teknik yang menguntungkan sebagai berikut :

Tabel 1.6 Jenis-Jenis Proses Pembuatan *Biphenyl*

Kondisi Operasi	Dehidrogenasi Benzene	Dimerisasi Benzene
Fase	Gas-gas***	Cair-cair ***
Reaksi	Reversible ***	Reversible ***
Suhu	375-400 °C **	165-185°C
Tekanan	1-2 atm ***	10 atm *
Proses	Endotermis **	Endotermis **

Reaktor	RAP ***	RATB
Katalis	Zn***	PdCl ₂
Produk samping	Hidrogen**	Hidrogen **
Jumlah	22	19

Dari kedua perbandingan proses di atas, maka dipilih alternatif proses yang pertama yaitu dehidrogenasi benzene dengan pertimbangan sebagai berikut :

Ditinjau dari kondisi operasi, reaksi ini dengan menggunakan katalis serta berlangsung pada fase gas-gas dengan suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi dan jika dibandingkan dengan kedua proses lainnya sehingga proses lebih mudah dijalankan.

1.4.3 Kegunaan Produk

Biphenyl digunakan sebagai pengawet makanan, bahan baku pembuatan polimer, pembawa zat warna tekstil, pembawa zat warna tinta cetak, sintesa organik, fluida pemindah panas, pembawa zat warna, bahan intermediet polychlorinated *biphenyls* (PCB), dan sebagai penghambat jamur dalam pengemasan buah jeruk.