

**PRA RANCANGAN  
PABRIK LINEAR ALKILBENZENA  
DARI BENZENA DAN PARAFIN  
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Mengikuti Ujian Sarjana Pada Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh**

<b>RIZKY VASYA RAMADHANTY</b>	<b>03031181924014</b>
<b>ERICSSON CAESAR</b>	<b>03031281924047</b>

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRA RANCANGAN  
PABRIK PEMBUATAN LINEAR ALKILBENZENA  
DARI BENZENA DAN PARAFIN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

**diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana**

**Oleh:**

**Rizky Vasya Ramadhanty                      03031181924014**  
**Ericsson Caesar                                    03031281924047**

Indralaya,      Januari 2025

Pembimbing,



Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng

NIP. 195910191987111001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
NIP. 197502012000122001

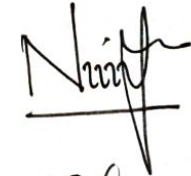
## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Linear Alkilbenzena dari Benzena dan Parafin Kapasitas 40.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan oleh Rizky Vasya Ramadhanty dan Ericsson Caesar dihadapan Tim Penguji Sidang Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 18 November 2024.

Indralaya, Desember 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Nina Haryani, S.T., M.T.  
NIP. 198311152008122002
2. Rahmatullah, S.T., M.T.  
NIP. 198905172015041002
3. Ir. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.  
NIP. 197503261999032002

(  )

(  )

(  )

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Indralaya, Desember 2024  
Pembimbing



Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, S.T., M.T., IPM  
NIP. 197501012000122001



Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng  
NIP. 195910191987111001

## LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

**Rizky Vasya Ramadhanty**

**03031181924014**

**Ericsson Caesar**

**03031281924047**

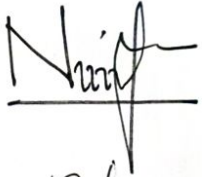
Judul :

**“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN LINEAR  
ALKILBENZENA DARI BENZENA DAN PARAFIN  
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 18 November 2024 oleh Dosen Penguji:

1. Dr. Nina Haryani, S.T., M.T.

NIP. 198311152008122002

(  )

2. Rahmatullah, S.T., M.T.

NIP. 198905172015041002

(  )

3. Ir. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.

NIP. 197503261999032002

(  )

Indralaya, Desember 2024

Pembimbing



Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng

NIP. 195910191987111001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizky Vasya Ramadhanty  
NIM : 03031181924014  
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Linear Alkilbenzena  
dari Benzena dan Parafin Kapasitas 40.000 ton/tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Jurusan Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan rekan atas nama **Ericsson Caesar** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 20 Desember 2024



Rizky Vasya Ramadhanty

NIM. 03031181924014



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ericsson Caesar  
NIM : 03031281924047  
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Linear Alkilbenzena  
dari Benzena dan Parafin Kapasitas 40.000 ton/tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Jurusan Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan rekan atas nama **Rizky Vasya Ramadhanty** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 20 Desember 2024



Ericsson Caesar

NIM. 03031281924047



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Linear Alkilbenzena Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”. Penulisan tugas akhir ini dilakukan sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dikarenakan penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, yang dalam kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T., IPM selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing tugas akhir.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh staff administrasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan motivasi, saran, serta dukungan yang terbaik. Penulis berharap tugas akhir ini agar dapat memberikan gambaran mengenai perancangan pabrik, serta dapat dijadikan sebagai referensi ilmu pengetahuan.

Palembang, Desember 2024

Penulis

## RINGKASAN

### PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN LINEAR ALKILBENZENA KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Desember 2024

Rizky Vasya Ramadhanty dan Ericsson Caesar

Dibimbing oleh Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

## ABSTRAK

Pabrik pembuatan linear alkilbenzena (LAB) dengan kapasitas 40.000 ton/tahun direncanakan untuk berdiri pada tahun 2030 di Kawasan Industri Tuban, Tuban, Jawa Timur, Indonesia. yang diperkirakan memiliki luas area seluas 4 ha. Proses pembuatan senyawa ini mengacu kepada paten dengan nomor US 10,894,753 B1. Bahan baku yang digunakan yaitu benzena dan dodekana. Reaksi terjadi pada dua reaktor dengan jenis *multitubular fixed bed reactor* (450°C, 3 atm) dan *trickle bed reactor* (80°C, 12,66 atm). Pabrik produksi LAB ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh direktur utama dengan jumlah karyawan sebanyak 153 orang dan sistem organisasi perusahaan *line and staff*. Pabrik ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi parameter kelayakan ekonomi sebagai berikut.

<i>Total Capital Investment</i>	= US\$ 69.010.258,4921
Total Penjualan	= US\$ 110.682.564,6562
<i>Total Production Cost</i>	= US\$ 73.660.716,8834
<i>Annual Cash Flow</i>	= US\$ 30.934.221,3313
<i>Pay Out Time</i>	= 2, 3840 tahun
<i>Rate of Return on Investment</i>	= 37, 5528%
<i>Discounted Cash Flow-ROR</i>	= 42%
<i>Break Even Point</i>	= 37, 2611%
<i>Service Life</i>	= 11 tahun

**Kata kunci:** Linear alkilbenzena, alkilasi, *fixed bed reactor*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERBAIKAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan.....	2
1.3 Macam Proses Pembuatan.....	3
1.4 Sifat Fisika dan Kimia.....	4
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK</b> .....	<b>6</b>
2.1. Alasan Pendirian Pabrik .....	6
2.2. Pemilihan Kapasitas .....	6
2.3. Pemilihan Bahan Baku .....	10
2.4. Uraian Proses .....	10
<b>BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK</b> .....	<b>15</b>
3.1. Lokasi Pabrik .....	15
3.2. Tata Letak Pabrik .....	22
3.3. Perkiraan Luas Area yang Diperlukan .....	25
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS</b> .....	<b>26</b>
4.1. Neraca Massa.....	26
4.1.1. Mixing Point 01 (MP-01).....	26
4.1.2. Mixing Point 02 (MP-02).....	26
4.1.3. Vaporizer 01 (VP-01).....	26

4.1.4.	Reaktor Dehidrogenasi 01 (R-01) .....	27
4.1.5.	Condenser Parsial 01 (PC-01).....	27
4.1.6.	Knock Out Drum 01 (KOD-01) .....	27
4.1.7.	Evaporator 01 (EV-01) .....	27
4.1.8.	Reaktor Alkilasi 02 (R-02).....	28
4.1.9.	Kolom Distilasi 01 (KD-01) .....	28
4.1.10.	Condenser 01 (CD-01).....	28
4.1.11.	Accumulator 01 (ACC-01) .....	29
4.1.12.	Reboiler 01 (RB-01) .....	29
4.1.13.	Kolom Distilasi 02 (KD-02) .....	29
4.1.14.	Condenser 02 (CD-02).....	29
4.1.15.	Accumulator 02 (ACC-02) .....	30
4.1.16.	Reboiler 02 (RB-02) .....	30
4.2.	Neraca Panas.....	31
4.2.1.	Mixing Point 01 (MP-01).....	31
4.2.2.	Mixing Point 02 (MP-02).....	31
4.2.3.	Vaporizer 01 (VP-01).....	31
4.2.4.	Furnace 01 (F-01).....	31
4.2.5.	Kompresor (K-01) .....	31
4.2.6.	Reaktor Dehidrogenasi 01 (R-01) .....	32
4.2.7.	Condenser Parsial 01 (PC-01).....	32
4.2.8.	Knock Out Drum 01 (KOD-01) .....	32
4.2.9.	Evaporator 01 (EV-01) .....	32
4.2.10.	Cooler 01 (C-01 A).....	33
4.2.11.	Cooler 01 (C-01 B).....	33
4.2.12.	Cooler 02 (C-02) .....	33
4.2.13.	Reaktor Alkilasi 02 (R-02).....	33
4.2.14.	Heater 01 (H-01) .....	34
4.2.15.	Kolom Distilasi 01 (KD-01) .....	34
4.2.16.	Condenser 01 (CD-01).....	34
4.2.17.	Accumulator 01 (ACC-01) .....	34
4.2.18.	Reboiler 01 (RB-01) .....	35

4.2.19. Cooler 03 (C-03) .....	35
4.2.20. Kolom Distilasi 02 (KD-02) .....	35
4.2.21. Condenser 02 (CD-02).....	35
4.2.22. Accumulator 02 (ACC-02) .....	36
4.2.23. Reboiler 02 (RB-02).....	36
4.2.24. Cooler 04 (C-04A).....	36
4.2.25. Cooler 04 (C-04B).....	36
4.2.26. Cooler 04 (C-04C).....	37
4.2.27. Cooler 04 (C-04D).....	37
<b>BAB V UTILITAS .....</b>	<b>38</b>
5.1. Unit Pengadaan Steam .....	38
5.2. Unit Pengadaan Air .....	39
5.3. Unit Pengadaan Listrik.....	45
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	48
5.5. Unit Pemadam Kebakaran.....	52
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN.....</b>	<b>54</b>
6.1. Tangki 1 (T-01).....	54
6.2. Tangki 2 (T-02).....	54
6.3. Tangki 3 (T-03).....	55
6.4. Pompa 01 (P-01).....	55
6.5. Pompa 02 (P-02).....	56
6.6. Pompa 03 (P-03).....	57
6.7. Pompa 04 (P-04).....	58
6.8. Pompa 05 (P-05).....	59
6.9. Pompa 06 (P-06).....	59
6.10. Pompa 07 (P-07).....	60
6.11. Pompa 08 (P-08).....	61
6.12. Kompresor (K-01).....	62
6.13. Cooler 01 (C-01A) .....	63
6.14. Cooler 01 (C-01B) .....	63
6.15. Cooler 02 (C-02).....	64
6.16. Cooler 03 (C-03).....	65

6.17. Cooler 04 (C-04A) .....	66
6.18. Cooler 04 (C-04B) .....	66
6.19. Cooler 04 (C-04C) .....	67
6.20. Cooler 04 (C-04C) .....	68
6.21. Reaktor 01 (R-01) .....	69
6.22. Reaktor 02 (R-02) .....	70
6.23. Kolom Distilasi 01 (KD-01).....	71
6.24. Kolom Distilasi 02 (KD-02).....	72
6.25. Condenser 01 (CD-01) .....	73
6.26. Condenser 02 (CD-02) .....	75
6.27. Reboiler 01 (RB-01).....	75
6.28. Reboiler 02 (RB-02).....	77
6.29. Accumulator 01 (ACC-01).....	79
6.30. Accumulator 02 (ACC-02).....	79
6.31. Heater 01 (H-01).....	80
6.32. Furnace 01 (F-01) .....	80
6.33. Condenser Parsial 01 (PC-01) .....	81
6.34. Vaporizer 01 (VP-01).....	83
6.35. Evaporator 01 (EV-01).....	84
6.36. Flash Drum 01 (FD-01).....	86
<b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>	<b>87</b>
7.1. Bentuk Organisasi Perusahaan .....	87
7.2. Struktur Organisasi Perusahaan .....	87
7.3. Tugas, Wewenang, dan Tanggungjawab.....	91
7.4. Sistem Kerja .....	92
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan.....	94
<b>BAB VIII ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>99</b>
8.1. Analisis Keuntungan .....	100
8.2. Analisis Kelayakan .....	100
<b>BAB IX KESIMPULAN .....</b>	<b>107</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>108</b>
<b>LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA .....</b>	<b>111</b>

<b>LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS .....</b>	<b>161</b>
<b>LAMPIRAN III SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>239</b>
<b>LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI.....</b>	<b>475</b>
<b>LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS.....</b>	<b>494</b>
<b>LAMPIRAN VI K3L.....</b>	<b>520</b>
<b>LAMPIRAN VII SISTEM PERPIPAAN .....</b>	<b>525</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data Impor dan Ekspor Linear Alkilbenzena di Indonesia.....	6
Tabel 2.2. Tingkat Pertumbuhan Linear Alkilbenzena di Indonesia .....	9
Tabel 2. 3. Prediksi Nilai Impor dan Ekspor Linear Alkilbenzena (2022-2030) ....	9
Tabel 3. 1. Rincian Area Pabrik.....	25
Tabel 5.1. Kebutuhan Utilitas di Pabrik Linear Alkilbenzena. ....	38
Tabel 5.2. Kebutuhan <i>Steam</i> Pemanas .....	39
Tabel 5.3. Kebutuhan Air Pendingin .....	40
Tabel 5.4. Kebutuhan Air Domestik .....	44
Tabel 5. 5. Kebutuhan Air Keseluruhan.....	45
Tabel 5.6. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	46
Tabel 5.7. Kebutuhan Listrik Keseluruhan.....	47
Tabel 5.8. Kebutuhan Bahan Bakar Keseluruhan.....	52
Tabel 7. 1. Macam Bentuk Struktur Organisasi Perusahaan .....	88
Tabel 7. 2. Pembagian Jadwal Kerja Pekerja <i>Shift</i> .....	93
Tabel 7. 3. Perincian Jumlah Karyawan Pabrik Linear Alkilbenzena .....	97
Tabel 8. 1. Angsuran Pembayaran Pinjaman dan Bunga.....	101
Tabel 8. 2. Kesimpulan Analisis Kelayakan Ekonomi .....	105

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Impor dan Ekspor Linear Alkilbenzena di Indonesia .....	7
Gambar 2.2. Blok Diagram Tahap Pretreatment .....	11
Gambar 2.3. Blok Diagram Tahap Sintesa .....	12
Gambar 2.4. Blok Diagram Tahap Purifikasi .....	13
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik .....	15
Gambar 3.2. Perencanaan Tata Letak Pabrik .....	24
Gambar 3.3. Perencanaan Tata Letak Peralatan Pabrik .....	25
Gambar 7. 1. Kerangka Organisasi Pabrik Linear Alkilbenzena.....	90
Gambar 7. 2. Jumlah Buruh <i>Direct Operating</i> .....	95

## DAFTAR NOTASI

### 1. TANGKI

A, B, n	= koefisien regresi senyawa kimia
C <sub>c</sub>	= korosi yang diizinkan
D	= diameter
E	= efisiensi pengelasan
f	= faktor keamanan
H <sub>e</sub>	= tinggi <i>ellipsoidal head</i>
H <sub>s</sub>	= tinggi silinder
H <sub>t</sub>	= tinggi total
ID	= diameter dalam tangki
OD	= diameter luar tangki
P	= tekanan
R	= jari-jari
S	= tekanan kerja yang diizinkan
T	= temperatur
t	= tebal dinding silinder
T <sub>c</sub>	= temperatur kritis
th	= tebal dinding <i>ellipsoidal head</i>
V <sub>e</sub>	= volume <i>ellipsoidal head</i>
V <sub>s</sub>	= volume silinder
V <sub>t</sub>	= volume total
W	= laju alir massa
ρ	= densitas

### 2. HEAT EXCHANGER (COOLER, HEATER, EVAPORATOR, REBOILER, VAPORIZER, CONDENSOR)

A	= luas permukaan area perpindahan panas
a"	= luas permukaan pipa
A, B, C,	= koefisien regresi senyawa kimia
D	
a <sub>a</sub>	= area alir pipa bagian luar



$a_p$	= area alir pipa bagian dalam
$C_p$	= panas spesifik
$D_e$	= diameter ekuivalen
$D_e'$	= diameter ekivalen
$D_p$	= diameter pipa bagian dalam
$G_a$	= laju alir pipa bagian luar
$G_p$	= laju alir pipa bagian dalam
Hairpin	= sambungan dua pipa
$h_{i0}$	= koefisien perpindahan panas pipa bagian dalam
$h_o$	= koefisien perpindahan panas pipa bagian luar
ID	= diameter dalam
$j_H$	= faktor perpindahan panas
$k$	= konduktivitas thermal
$L$	= panjang
LMTD	= selisih temperatur rata-rata ( <i>log mean temperature different</i> )
NPS	= ukuran pipa nominal ( <i>nominal pipe size</i> )
$N_{Re}$	= bilangan Reynolds
$N_{Re}'$	= bilangan reynolds
OD	= diameter luar
$Q$	= beban panas
$R_d$	= faktor kotor
$R_{d,act}$	= faktor kotor sebenarnya
SN	= standar pipa ( <i>schedule number</i> )
$T$	= temperatur fluida panas
$t$	= temperatur fluida dingin
$T_{avg}$	= temperatur rata-rata
$U_C$	= koefisien keseluruhan perpindahan panas bersih
$U_D$	= koefisien keseluruhan perpindahan panas desain
$U_{D,act}$	= koefisien keseluruhan perpindahan panas desain sebenarnya
$W$	= laju alir
$X_i$	= fraksi massa
$\Delta T$	= selisih temperatur

$\mu$  = viskositas

### 3. ACCUMULATOR

Cc = Tebal korosi maksimum

Ej = Efisiensi pengelasan

ID = Inside Diameter

OD = Outside Diameter

L = Panjang accumulator

P = Tekanan desain

S = Tegangan kerja yang diizinkan

T = Temperatur operasi

t = Tebal dinding accumulator

V = Volume total

V<sub>s</sub> = Volume silinder

$\rho$  = Densitas

### 4. KOLOM DISTILASI

Aa = *Active area*

Aap = *Area under apron*

Ac = Luas *area* kolom

Acz = *Area of calming zone*

Ad = *Downcomer area*

Ah = *Hole area*

An = *Net area*

Aoh = Area untuk 1 hole

Ap = *Total area perforated*

Aup = *Area of unperforated edge strip*

Cc = Korosi yang diizinkan

Co = *Orifice coefficient*

D = Diameter kolom

Dc = Diameter kolom

dh = *Hole diameter*

Ej = Efisiensi pengelasan

FLV = *Liquid-vapor flow factor*

hap	= <i>Downcomer pressure loss</i>
hb	= <i>Backup Downcomer</i>
hd	= <i>Dry plate drop</i>
Hdc	= <i>Head loss in the downcomer</i>
He	= <i>Tinggi tutup elipsoidal</i>
how	= <i>Weir liquid crest</i>
hr	= <i>Residual Head</i>
ht	= <i>Total pressure drop</i>
Ht	= <i>Tinggi vessel</i>
hw	= <i>Weir height</i>
ID	= <i>Diameter dalam</i>
L/D	= <i>Refluks</i>
Lcz	= <i>Mean length of calming zone,</i>
Lm	= <i>Liquid rate</i>
Lm	= <i>Mean length, unperforated edge strips</i>
lw	= <i>Weir length</i>
m	= <i>Rectifying section</i>
N	= <i>Stage/tray</i>
Nm	= <i>Stage minimum</i>
OD	= <i>Diameter luar</i>
P	= <i>Tekanan</i>
p	= <i>Stripping section</i>
r	= <i>Jari-jari kolom</i>
S	= <i>Tekanan kerja yang diizinkan</i>
T	= <i>Temperatur</i>
t	= <i>Tebal dinding</i>
tr	= <i>Check resident time</i>
Uf	= <i>Kecepatan flooding</i>
Uh	= <i>Minimum design vapor velocity</i>
Uv	= <i>Laju volumetrik</i>
$\alpha$	= <i>Volatilitas relatif</i>

$\theta$  = Sudut *subintended* antara pinggir plate dengan *unperforated strip*

$\mu$  = Viskositas

$\rho$  = Densitas

## 5. POMPA

$a''$  = luas permukaan pipa

A, B, C,  
D, E, n = koefisien regresi untuk senyawa kimia

BHP = daya pompa (*break horse power*)

$D_f$  = diameter optimum pipa

$\epsilon$  = kekasaran permukaan pipa (*equivalent roughness*)

f = faktor gesekan (*fanning friction faktor*)

gc = gravitasi

$H_{dis}$  = tinggi buang (*discharge head*)

$H_{f,dis}$  = total kerugian akibat gesekan pada pipa buang

$H_{f,suc}$  = total kerugian akibat gesekan pada pipa hisap

$H_{fc}$  = kerugian akibat gesekan pada perubahan luas permukaan pipa (*sudden contraction friction loss*)

$H_{ff}$  = kerugian akibat gesekan pada sambungan dan katup pipa (*fitting and valve friction loss*)

$H_{fs}$  = kerugian akibat gesekan (*skin friction loss*)

$H_p$  = tinggi tekanan (*pressure head*)

$H_s$  = tinggi statis (*static head*)

$H_{suc}$  = tinggi hisap (*suction head*)

$H_v$  = tinggi kecepatan (*velocity head*)

ID = diameter dalam

$K_c$  = koefisien gesekan

$K_f$  = jumlah *velocity head*

$L_e$  = panjang ekuivalen pipa

$L_s$  = panjang pipa lurus

MHP = kebutuhan penggerak pompa (*required driver*)

NPS = ukuran pipa nominal (*nominal pipe size*)

NPSH	= kebutuhan minimum/net pompa ( <i>net positive suction head</i> )
$N_{Re}$	= bilangan Reynold
OD	= diameter luar
$P_d$	= tekanan buang
$P_s$	= tekanan hisap
$P_{sat}$	= tekanan uap
$Q_f$	= kapasitas pompa
SN	= standar pipa ( <i>schedule number</i> )
T	= temperatur
$T_c$	= temperatur kritis
$V_d$	= kecepatan buang ( <i>discharge velocity</i> )
$V_s$	= kecepatan hisap ( <i>suction velocity</i> )
W	= laju alir
$\eta$	= efisiensi pompa
$\mu$	= viskositas
$\rho$	= densitas

## 6. REAKTOR

C	= Konsentrasi reaktan
$C_c$	= <i>Corrosion allowance</i>
$C_p$	= Kapasitas panas
D	= Difusivitas
$E_j$	= <i>Joint</i> efisiensi
F	= Mol input
h	= Tinggi ellipsoidal head
HK	= Tinggi volume kosong
$H_{liq}$	= Tinggi cairan
HR	= Tinggi total reaktor
$H_s$	= Tinggi silinder
ID	= Diameter dalam
$K_E$	= Energi aktivasi
$k_i$	= Konstanta reaksi
$k_{ref}$	= Konstanta reaksi pada suhu referensi

OD	= Diameter luar
P	= Tekanan dalam
$Q_f$	= Laju volumetrik
R	= Konstanta gas ideal
r	= Laju reaksi
$r_i$	= Jari-jari dalam
S	= Tekanan maksimum material <i>carbon steel</i>
T	= Temperatur reaksi
t	= Ketebalan dinding silinder
$t_h$	= Ketebalan <i>ellipsoidal head</i>
$V_h$	= Volume head reaktor
VK	= Volume katalis
VTR	= Volume total reaktor
W	= Berat katalis
X	= Konversi
$\Delta H_{rx}$	= Entalpi reaksi
$\Delta P$	= <i>Pressure drop</i>
$\rho$	= Densitas
$\sigma$	= Diameter molekul
$\Phi_B$	= Parameter asosiasi cairan

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA .....</b>	<b>111</b>
<b>LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS .....</b>	<b>161</b>
<b>LAMPIRAN III SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>239</b>
<b>LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI.....</b>	<b>475</b>
<b>LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS.....</b>	<b>494</b>
<b>LAMPIRAN VI K3L.....</b>	<b>520</b>
<b>LAMPIRAN VII SISTEM PERPIPAAN.....</b>	<b>525</b>

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang harus mempersiapkan diri untuk menghadapi era perdagangan bebas. Pada saat ini, Indonesia dinilai masih cukup tertinggal dalam menghadapi era tersebut dibandingkan dengan negara-negara lain. Hal ini terjadi karena Indonesia masih bergantung kepada negara lain, di mana kebutuhan akan bahan baku masih banyak didatangkan dari luar negeri, menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2022 impor Indonesia mencapai USD237.447,1 juta yang di mana nilai ini mengalami kenaikan sebesar 21,03%. Oleh karena itu, berbagai upaya harus dilakukan agar Indonesia dapat mengurangi impor dari negara lain di era perdagangan bebas.

Industri kimia merupakan salah satu sektor industri yang menjadi fokus pemerintah terutama untuk mendukung bisnis ekspor di Indonesia, di mana industri kimia ini berorientasi pada ketersediaan sumber daya alam. Indonesia sendiri merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah (KEMENKEU, 2022). Hal ini membuat Indonesia memiliki potensi yang besar untuk berkembang sebagai negara unggulan di bidang industri kimia. Apabila bahan baku dan bahan penunjang dapat dihasilkan dari dalam negeri, maka akan memberikan banyak keuntungan bagi negara seperti, meningkatkan ekspor, mengurangi ketergantungan terhadap impor, dan serta dapat mengembangkan penguasaan teknologi di ranah industri kimia.

Salah satu produk industri kimia yang dibutuhkan saat ini adalah linear alkilbenzena. Linear alkilbenzena dengan rumus molekul  $C_{12}H_{25}C_6H_5$  cairan tidak berwarna yang mendidih pada suhu  $328^{\circ}C$  (Pubchem, 2023). Senyawa ini sering digunakan sebagai bahan baku dalam industri deterjen. Dengan berkembangnya industri kimia, khususnya industri deterjen di Indonesia, sehingga permintaan linear alkilbenzena akan meningkat.

Pendirian pabrik linear alkilbenzena diharapkan dapat memenuhi tingginya kebutuhan akan linear alkilbenzena dan dapat mendorong pertumbuhan ekonomi. Pendirian pabrik juga diharapkan dapat menciptakan industri baru yang



menggunakan senyawa linear alkilbenzena sehingga dapat meningkatkan penciptaan lapangan kerja baru bagi sarjana Teknik Kimia.

## 1.2 Sejarah dan Perkembangan

Linear alkilbenzena atau yang sering disebut sebagai LAB merupakan suatu zat *intermediate* yang memiliki peran penting dalam industri produk pembersih. Senyawa ini diperkenalkan pada pertengahan tahun 1960-an sebagai inovasi alkilbenzena yang dapat terurai (*biodegradable*) dan ramah lingkungan (Shokri dan Karimi, 2021). LAB dengan rantai panjang seringkali ditemui dalam produksi deterjen, salah satunya sebagai bahan baku dalam pembuatan linear alkilbenzena sulphonic acid (LABSA) melalui reaksinya dengan asam sulfat. Selain itu, sebagian kecil dari LAB juga dapat digunakan sebagai herbisida di bidang pertanian. Bahan kimia ini juga sering digunakan pada cat, pelarut tinta, serta *wetting agents* (Mandaokar, 2023). LAB awalnya diperoleh melalui proses klorinasi normal parafin dan reaksinya secara langsung dengan benzena menggunakan bantuan katalis aluminium klorida. Namun, seiring perkembangannya, asam hidrofluorik menggantikan penggunaan aluminium klorida sebagai katalis alkilasi.

Menurut Comprehensive Report by Market Research Future (MRFR), ukuran pasar untuk LAB akan melonjak sebesar 4,3% antara tahun 2022 dan 2030, dari USD 10,9 miliar pada tahun 2023 menjadi USD 14,0 miliar pada tahun 2030. Pangsa pasar global didominasi oleh wilayah Asia-Pasifik seiring meningkatnya kebutuhan pembersih di negara-negara seperti Cina, India, dan Jepang yang didukung penggunaan LAB di wilayah tersebut (Mandaokar, 2023). Permintaan ini didorong oleh meningkatnya masalah kesehatan, populasi yang semakin menua, dan penyakit gaya hidup yang meningkatkan kesadaran konsumen akan kebersihan.

Indonesia sendiri hanya memiliki satu pabrik penghasil LAB yaitu PT Unggul Indah Cahaya Tbk yang menjadikannya sebagai produsen tunggal dalam negeri. PT UIC ini memproduksi LAB dengan kapasitas produksi 180.000 ton per tahun. Dengan mempertimbangkan hal ini, maka pembangunan pabrik LAB di Indonesia tentu sangat dibutuhkan.

Pabrik LAB ini dirancang berlokasi di daerah yang menjangkau pemasok bahan baku, di mana pada pabrik LAB ini bahan bakunya berupa dodekana, serta benzena. Dodekana diimpor dari perusahaan China yaitu Beyond Industries (China)

Limited, sedangkan benzena dipasok dari PT Trans-Pacific Petrochemical Indotama. Bahan baku benzena berada pada kawasan wilayah yang sama dengan lokasi pabrik direncanakan berdiri, yaitu di daerah Jawa Timur sehingga distribusi bahan baku lebih efisien. Adapun terdapat tiga unit utama pada pabrik LAB ini meliputi unit dehidrogenasi, unit hidrogenasi, dan unit alkilasi, di mana pada setiap unitnya terdapat reaktor utama sebagai tempat berlangsungnya reaksi.

Perusahaan akan berdiri dengan badan usaha berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan pertimbangan bahwa lebih banyak keuntungan yang didapat karena terdapat dasar hukum yang jelas, salah satunya tercantum pada Pasal 3 ayat (1) UU No. 40/2007 tentang Perseroan Terbatas (Indonesia) yang menyatakan bahwa, “Para pemegang saham tidak bertanggungjawab secara pribadi atas tindakan PT dan perikatan yang dilakukan oleh PT melebihi dari sahan yang dimiliki oleh masing masing saham.”. Kredibilitas pabrik juga menjadi lebih tinggi dan memiliki kesempatan yang lebih besar untuk memperoleh pendanaan maupun perluasan pabrik. Struktur organisasi yang dapat diterapkan pada pabrik LAB bisa berupa bentuk organisasi lini dan staf yang merupakan bentuk penggabungan dari organisasi lini dan organisasi fungsional sehingga cocok digunakan pada organisasi/perusahaan besar dengan kebutuhan pekerja yang banyak.

### **1.3 Macam Proses Pembuatan**

Linear alkilbenzena (LAB) hingga saat ini hanya dapat diproduksi melalui reaksi alkilasi antara benzena dan olefin, di mana faktor yang membedakan proses ini terletak pada pemilihan katalis yang digunakan. Alkilasi merupakan reaksi kimia yang melibatkan pemindahan gugus alkil dari satu molekul ke molekul lainnya. Proses alkilasi berlangsung secara eksotermis dengan bantuan katalis asam maupun katalis padat. Katalis asam yang paling sering digunakan dalam reaksi alkilasi antara lain meliputi asam florida dan aluminium klorida, namun pengaplikasian proses berbasis katalis asam florida memiliki risiko yang cukup bahaya terhadap lingkungan, terutama setelah keluarnya amandemen Clean Air Act sehingga katalis asam mulai ditinggalkan. Katalis padat sendiri dapat menggunakan zeolit, seperti yang ditawarkan oleh perusahaan dunia yaitu Universal Oil Product (UOP).

Alkilasi deterjen (*DETAL process*) merupakan teknologi yang telah mendunia dalam pembuatan LAB. Proses pembuatan LAB terdiri dari unit

dehidrogenasi untuk konversi parafin menjadi olefin, serta unit alkilasi yang merupakan unit utama dalam sintesis LAB. Reaksi utama dalam unit DETAL adalah alkilasi benzena dengan olefin rantai lurus yang menghasilkan alkilbenzena linier.

## 1.4 Sifat Fisika dan Kimia

### 1.4.1. Dodekana ( $C_{12}H_{26}$ )

Wujud	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 170,33 g/mol
Titik leleh	: -9,6 °C
Titik didih	: 216,3 °C
Titik nyala	: 71 °C
Densitas	: 0,75 gr/cm <sup>3</sup>
Kelarutan	: Larut dalam air
Bahaya	: Iritasi

(sumber: *pubchem.com*)

### 1.4.2. Benzena ( $C_6H_6$ )

Wujud	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 78,11 g/mol
Titik leleh	: 6 °C
Titik didih	: 80 °C
Titik nyala	: -11 °C
Densitas	: 0,88 gr/cm <sup>3</sup>
Kelarutan	: Tidak larut dalam air
Bahaya	: Mudah terbakar dan iritasi

(sumber: *pubchem.com*)

### 1.4.3. Linear Alkilbenzena ( $C_{12}H_{25}C_6H_5$ )

Wujud	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 246,435 g/mol
Titik leleh	: 3 °C
Titik didih	: 328 °C
Titik nyala	: 140,6 °C
Densitas	: 0,86 gr/cm <sup>3</sup>

Kelarutan : Tidak larut  
Bahaya : Iritasi dan berbahaya bagi lingkungan  
(sumber: *pubchem.com*)

## DAFTAR PUSTAKA

- Antara News. 2022. Perluas Pemanfaatan Gas, PGN Gandeng Empat Kawasan Industri di Jatim. <https://www.antarane.ws.com/berita/2669057/perluas-pemanfaatan-gas-pgn-gandeng-empat-kawasan-industri-di-jatim> (Diakses pada 5 Januari 2025)
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2020. *Konservasi energi pada sistem pencahayaan*. SNI 6197:2020. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Benzena. *PubChem Compound Database*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (Diakses pada Juni 2023).
- Busono, P., dan Pujiarta, S. 2020. Analisa Kebutuhan Make Up Water Cooling Tower RSG-GAS pada Daya 30 MW Setelah Revitalisasi. *Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir*. 17(1):38.
- Coulson, J. M., dan Richardson, J. F. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition Volume VI*. Swansea: University Wales.
- Dodecane. *PubChem Compound Database*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (Diakses pada Juni 2023).
- Dodecene. *PubChem Compound Database*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (Diakses pada Juni 2023).
- Fathonah, K. 2021. Desain Reaktor Dehidrogenasi Pada Praprancangan Pabrik Linier Alkil Benzen (Lab) Dari Benzen Dengan Proses Uop/Cepso (Detal Process). *JOM FTEKNIK*. 8(1): 1-7.
- Felder, Richard M., dan Ronald W. Rousseau. 2005. *Elementary Principles of Chemical Processes*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Fogler, H. S. 2016. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. New Delhi: Prentice Hall International Series.
- Ismail, S. 1996. *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Kawasan Industri Gresik. 2025. Tentang Kami. <https://kig.co.id/ID/keuntungan/> (Diakses pada 2 Januari 2025 melalui)
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book, Co.

- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering, Third Edition*. Amerika Serikat: Wiley.
- Linear Alkilbenzena. *PubChem Compound Database*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (Diakses pada Juni 2023).
- Ludwig, E. E., 1997. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 2, Third Edition*. Houston: Gulf Publishing Co.
- Mandaokar, A. 2023. Market Research Future: Linear Alkilbenzena Market Research Report. <https://www.marketresearchfuture.com/> (Diakses pada Juni 2023)
- Matches Engineering. 2024. Equipment Cost Index. <http://www.matche.com/equipcost.html>. (Diakses pada September 2024).
- Perry, Robert H., dan Don W. Green. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook Edisi ke-7*. New York: McGraw-Hill.
- Perry, Robert H., dan Don W. Green. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook Edisi ke-8*. New York: McGraw-Hill.
- Peters, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering, 4 th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Putri, N. A. Z., Yuliani, I., dan Widarti, S. 2024. Pengaruh Pemakaian Jenis Bahan Bakar Terhadap Kinerja Boiler dengan Metode Langsung dan Tidak Langsung. *Surya Teknika*. 11(1): 349-356.
- Shokri, A., dan Karimi, S. 2021. A Review in Linear Alkilbenzena (LAB) Production Processes in the Petrochemical Industry. *Russian Journal of Applied Chemistry*. 94:1546-1559.
- Smith, J. M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Treybal, R. E. 1981. *Mass Transfer Operation*. Singapura: McGraw-Hill.
- Vilbrandt, F. C., dan C. E. Dryden. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. New York, Amerika Serikat: McGraw-Hill
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. New York: Butterworth Heinemann.
- Winkle, V. 1967. *Distillation*. New York: McGraw-Hill.