

**PRA RANCANGAN PABRIK
LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE
DARI LINEAR ALKYL BENZENE DAN OLEUM DENGAN
PROSES SULFONASI KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan (S-1) Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Disusun Oleh:

FADHIA ZAHRA SAHIRA 43121056

RISNA DAMAYANTI 43121067

**PROGRAM STUDI D4 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **Pra Rancangan Pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* dari *Linear Alkylbenzene* dan *Oleum* dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 20.000 Ton/Tahun** oleh Fadhia Zahra Sahira NIM 431 21 056 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 01 Oktober 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Hastami Murdiningsih, M.T.

NIP. 19600606 198803 20



Dr. Ridhawati, S.T., M.T.

NIP. 19760419 200501 2 002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan



Yuhani HR, S.T., M.Eng.

NIP. 19730409 200312 2 002

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
RINGKASAN.....	xix
SURAT PERNYATAAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	3
1.2.1 Pabrik komersial yang telah berdiri.....	3
1.2.2 Penentuan kapasitas pabrik.....	4
1.2.3 Ketersediaan bahan baku.....	8
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	11
1.3.1 Faktor-faktor penentuan lokasi.....	11
1.3.2 Analisis SWOT.....	13
1.3.3 Lokasi pabrik.....	14
1.4 Tinjauan Pustaka.....	15
1.4.1 Bahan baku.....	15
1.4.2 Bahan pendukung.....	16

1.4.3 Produk.....	17
1.4.4 Pemilihan proses.....	18
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	24
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	24
2.1.1 Spesifikasi bahan baku.....	24
2.1.2 Spesifikasi produk.....	26
2.2 Konsep Proses.....	27
2.2.1 Dasar reaksi.....	27
2.2.2 Mekanisme reaksi.....	29
2.2.3 Tinjauan termodinamika.....	29
2.3 Langkah Proses.....	38
2.3.1 Penyimpanan bahan baku.....	38
2.3.2 Proses reaksi sulfonasi.....	38
2.3.3 Proses pendinginan.....	39
2.3.4 Proses pemisahan 1.....	39
2.3.5 Proses netralisasi.....	40
2.3.6 Proses pemisahan 2.....	40
2.3.7 Proses pemurnian.....	41
2.3.8 Proses pengeringan.....	41
2.3.9 Penyimpanan produk.....	42
2.4 Diagram Alir.....	43
BAB III NERACA MASSA.....	45
3.1 Neraca Massa Reaktor Sulfonasi (R-01).....	46

3.2	Neraca Massa <i>Cooler</i> (CL-01).....	47
3.3	Neraca Massa <i>Decanter</i> 1 (D-01).....	47
3.4	Neraca Massa Reaktor Netralisasi (R-02).....	48
3.5	Neraca Massa <i>Decanter</i> 2 (D-02).....	49
3.6	Neraca Massa Evaporator (EV-01).....	50
3.7	Neraca Massa <i>Condensor</i> (CD-01).....	51
3.8	Neraca Massa <i>Spray Dryer</i> (SD-01).....	52
3.9	Neraca Massa <i>Cyclone</i> (F-01).....	53
3.10	Neraca Massa <i>Screw Cooling Conveyor</i> (SC-01).....	53
3.11	Neraca Massa Silo (SL-01).....	54
BAB IV NERACA PANAS.....		58
4.1	Neraca Panas Reaktor Sulfonasi (R-01).....	60
4.2	Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01).....	61
4.3	Neraca Panas <i>Decanter</i> 1 (D-01).....	61
4.4	Neraca Panas Reaktor Netralisasi (R-02).....	62
4.5	Neraca Panas <i>Decanter</i> 2 (D-02).....	63
4.6	Neraca Panas Evaporator (EV-01).....	64
4.7	Neraca Panas <i>Condensor</i> (CD-01).....	65
4.8	Neraca Panas <i>Spray Dryer</i> (SD-01).....	66
4.9	Neraca Panas <i>Cyclone</i> (F-01).....	67
4.10	Neraca Panas <i>Screw Cooling Conveyor</i> (SC-01).....	68
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....		70
5.1	Tangki Penyimpanan <i>Linear Alkylbenzene</i> (T-01).....	70

5.2	Tangki Penyimpanan <i>Oleum</i> (T-02)	70
5.3	Tangki Penyimpanan NaOH (T-03)	71
5.4	Reaktor Sulfonasi (R-01)	72
5.5	<i>Cooler</i> (CL-01)	73
5.6	<i>Decanter</i> 1 (D-01)	74
5.7	Tangki Penyimpanan H ₂ SO ₄ (T-04)	74
5.8	Reaktor Netralisasi (R-02)	75
5.9	<i>Decanter</i> 2 (D-02)	76
5.10	Evaporator (EV-01)	76
5.11	<i>Condensor</i> (CD-01)	77
5.12	<i>Spray Dryer</i> (SD-01)	78
5.13	<i>Cyclone</i> (F-01)	79
5.14	<i>Screw Conveyor</i> (SC-01)	79
5.15	<i>Bucket Elevator</i> (BE-01)	80
5.16	Silo (SL-01)	80
5.17	Pompa (P-01)	81
5.18	Pompa (P-02)	81
5.19	Pompa (P-03)	82
5.20	Pompa (P-04)	82
5.21	Pompa (P-05)	83
5.22	Pompa (P-06)	83
5.23	Pompa (P-07)	84
5.24	Pompa (P-08)	84

5.25 Pompa (P-09).....	85
BAB VI UTILITAS.....	86
6.1 Unit Pengolahan dan Penyediaan Air.....	86
6.1.1 Air Sanitasi dan Sarana Umum.....	86
6.1.2 Air Pendingin.....	88
6.1.3 Air Proses.....	89
6.1.4 Air Umpan Boiler.....	92
6.2 Unit Penyediaan <i>Steam</i> dan Udara Panas.....	94
6.3 Unit Penyediaan Udara Tekan.....	94
6.4 Unit Pembangkit Listrik.....	95
6.4.1 Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	96
6.4.2 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....	96
6.4.3 Kebutuhan Listrik untuk Lain-lain.....	97
6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	98
6.6 Unit Pengolahan Limbah.....	98
6.6.1 Limbah Cair dan Penanganannya.....	99
6.6.2 Limbah Gas dan Penanganannya.....	100
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	118
7.1 Instrumentasi.....	118
7.2 Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....	121
7.2.1 Identifikasi Bahaya.....	122
7.2.2 Alat Pelindung Diri.....	126
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI.....	129

8.1 Umum.....	129
8.2 Bentuk Perusahaan.....	129
8.3 Struktur Organisasi.....	130
8.4 Tugas dan Wewenang.....	134
8.4.1 Dewan Komisaris.....	134
8.4.2 Direktur Utama.....	134
8.4.3 Sekretaris Direktur.....	135
8.4.4 Staff Ahli.....	135
8.4.5 <i>Process and Engineering Manager</i> (P&E Manager).....	135
8.4.6 Manager Umum dan Keuangan.....	136
8.4.7 Supervisor (SVP).....	136
8.4.8 <i>Research and Development Manager</i> (R&D Manager).....	137
8.4.9 HR dan Umum.....	138
8.4.10 <i>Shift Leader</i>	139
8.4.11 Staf.....	139
8.5 Jam Kerja.....	139
8.5.1 Karyawan <i>Non-Shift</i>	139
8.5.2 Karyawan <i>Shift</i>	140
8.6 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	141
8.6.1 Status Karyawan.....	141
8.6.2 Sistem Upah.....	142
BAB IX TATA LETAK PABRIK DAN PEMETAAN.....	144
BAB X ANALISA EKONOMI.....	150

10.1	Kajian Ekonomi	150
10.1.1	<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	151
10.1.2	<i>Total Production Cost (TPC)</i>	152
10.2	Analisis Kelayakan Ekonomi	156
10.2.1	Laba Perusahaan	156
10.2.2	<i>Return on Investment (ROI)</i>	157
10.2.3	<i>Pay Out Time (POT)</i>	158
10.2.4	<i>Break Even Point (BEP)</i>	158
10.2.5	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	159
10.2.6	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	160
BAB XI	KESIMPULAN	161
	DAFTAR PUSTAKA	162
	LAMPIRAN A	A-1
	LAMPIRAN B	B-1
	LAMPIRAN C	C-1
	LAMPIRAN D	D-1
	LAMPIRAN E	E-1

RINGKASAN

Linear Alkylbenzene Sulfonate (LABS) merupakan surfaktan anionik yang banyak digunakan dalam industri detergen. Surfaktan ini dikenal ramah lingkungan karena memiliki gugus alkil lurus (tidak bercabang) sehingga mudah untuk terbiodegradasi oleh mikroorganisme. Pendirian pabrik LABS ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan berpotensi untuk dilakukan kegiatan ekspor produk ke negara tetangga dengan permintaan LABS yang tinggi.

Pabrik LABS direncanakan didirikan di Kawasan Industri Jababeka Kec. Cikarang, Kab. Bekasi, Jawa Barat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari/tahun. Produk samping yang diperoleh dari proses produksi adalah Asam Sulfat (H_2SO_4) sebanyak 8.682,30 ton/tahun. Metode proses yang digunakan adalah metode sulfonasi dengan *oleum* 20%. Reaksi berlangsung dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan 2 tahapan reaksi yaitu reaksi sulfonasi dan netralisasi pada kondisi operasi 1 atm dan 50°C. Kapasitas produksi membutuhkan bahan baku utama berupa *linear alkylbenzene* sebanyak 14.333,54 ton/tahun, *oleum* 20% sebanyak 11.237,43 ton/tahun dan natrium hidroksida sebanyak 12.214,98 ton/tahun.

Perusahaan ini berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dimana sistem organisasi perusahaan menggunakan *line and staff*, Perusahaan ini dipimpin oleh seorang direktur dengan jumlah karyawan sebanyak 150 orang.

Hasil perhitungan analisa ekonomi menunjukkan keuntungan bersih sebesar Rp. 84.787.778.422,82/tahun dengan *Return on Investment* (ROI) sebesar 23,07%, *Pay Out Time* (POT) selama 3,02 tahun, *Rate of Return* (IRR) sebesar 34,40% dan *Break Even Point* (BEP) pada 43,42%. Analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik LABS dengan kapasitas 20.000 ton/tahun layak (*feasible*) didirikan.

SUMMARY

Linear Alkylbenzene Sulfonate (LABS) is an anionic surfactant widely used in the detergent industry. This surfactant is known to be environmentally friendly because it has a straight (unbranched) alkyl group, making it readily biodegradable by microorganisms. The LABS plant is intended to meet domestic demand and has the potential to export products to neighboring countries with high demand for LABS.

The LABS plant is planned for the Jababeka Industrial Estate, Cikarang District, Bekasi Regency, West Java, with a capacity of 20.000 tons/year and operating for 330 days/year. The by-product obtained from the production process is sulfuric acid (H_2SO_4) at 8.682,30 tons/year. The process method used is the sulfonation method with 20% oleum. The reaction takes place in a stirred tank flow reactor (RATB) with two reaction stages: sulfonation and neutralization at operating conditions of 1 atm and 50°C. The production capacity requires 14.333,54 tons/year of linear alkybenzene, 11.237,43 tons/year of 20% oleum, and 12.214,98 tons/year of sodium hydroxide as the primary raw materials.

The company is a Limited Liability Company (PT) with a line-and-staff organizational structure. The company is led by a director and employs 150 people.

Economic analysis results show a net profit of IDR 84.787.778.422,82 per year, with a Return on Investment (ROI) of 23,07%, a Payout Time (POT) of 3,02 years, a Rate of Return (IRR) of 34,40%, and a Break-Even Point (BEP) of 43,42%. The economic analysis indicates that a LABS plant with a capacity of 20.000 tons/year is feasible.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu bagian dari negara yang dikategorikan sebagai negara berkembang. Untuk dapat terus melakukan perkembangan, pembangunan dalam segala sektor semakin dimasifkan, salah satunya sektor industri. Pembangunan dalam sektor industri dilakukan guna mendukung perkembangan ekonomi yang tentu tidak dapat dipisahkan dari pertumbuhan penduduk. Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, maka tingkat kebutuhan masyarakat juga semakin meningkat. Pemenuhan kebutuhan tersebut diupayakan terpenuhi dengan adanya produksi dalam negeri melalui peningkatan produksi dari sektor industri.

Pesatnya pembangunan dari sektor industri di Indonesia menjadikan berdirinya berbagai bidang industri. Salah satu industri yang menjadi pionir perkembangan negara adalah industri kimia. Pertumbuhan jumlah penduduk yang cepat berimplikasi pada peningkatan permintaan barang dan jasa, termasuk produk pembersih seperti detergen. Dalam hal ini, industri kimia memainkan peranan penting dalam pemenuhan kebutuhan tersebut.

Surfaktan adalah bahan aktif pada produksi detergen yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan bahan sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan tersebut. Saat ini, penggunaan detergen sebagai penunjang kebutuhan sanitasi semakin meluas hingga berdampak pada kebutuhan detergen yang semakin meningkat. Dengan meningkatnya penggunaan detergen maka timbul permasalahan pencemaran lingkungan dari aktivitas rumah tangga tersebut. Hal ini menjadi tuntutan baru bagi pihak industri untuk memproduksi detergen dengan tingkat pencemaran yang rendah.

Linear alkylbenzene sulfonate (LABS) merupakan bahan baku yang sangat diperlukan dalam

produksi detergen saat ini. LABS sebagai surfaktan utama pada produksi deterjen banyak digunakan karena ramah terhadap lingkungan. LABS yang memiliki gugus alkil lurus (tidak bercabang) menjadikannya mudah diurai secara biologis oleh mikroorganisme. Perkembangan awal industri *alkylbenzene* diawali dengan ditemukannya *Branch alkylbenzene* (BAB) pada tahun 1940. Namun *branch alkylbenzene* tidak lagi digunakan karena memiliki struktur cabang tidak terdegradasi sehingga menimbulkan pencemaran. Oleh karena itu pada tahun 1960 LABS mulai dikembangkan karena sifatnya yang *biodegradable* sehingga dapat meminimalisir pencemaran (Anggraeni, 2023).

Indonesia hingga saat ini masih mengimpor sebagian bahan baku untuk produksi detergen, termasuk *linear alkylbenzene sulfonate*. Kebutuhan LABS terus mengalami peningkatan, sementara kapasitas produksi pabrik dalam negeri belum mampu mencukupi permintaan tersebut. Pendirian pabrik LABS tambahan di Indonesia tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan domestik tetapi juga berpotensi untuk dilakukannya kegiatan ekspor produk ke negara-negara tetangga yang juga memiliki permintaan tinggi terhadap LABS. Hal ini akan membantu meningkatkan devisa negara dan memperkuat posisi Indonesia dalam pasar global. Pendirian pabrik LABS ini tidak hanya bertujuan untuk keuntungan ekonomi tetapi juga untuk memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan (Hadi, dkk. 2019).

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Pabrik komersial yang telah berdiri

Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan salah satunya dipengaruhi oleh kapasitas pabrik LABS yang sudah beroperasi di Indonesia. Berikut ini adalah pabrik-pabrik yang memproduksi LABS:

Tabel 1.1 Kapasitas Pabrik Produksi *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di

Indonesia yang telah beroperasi

Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Sinar Antjol	36.000
PT. KAO Indonesia	13.000
PT. Findeco Jaya	30.000

Sumber: Kementerian Perindustrian, 2024

Pabrik-pabrik yang telah beroperasi tersebut menjadi acuan untuk dapat mengetahui rentang besarnya kapasitas pabrik yang dapat dibangun. Kapasitas pabrik terendah yaitu 13.000 ton/tahun dan tertinggi yaitu 36.000 ton/tahun, sehingga dapat dinyatakan bahwa kapasitas minimal komersial pabrik yaitu 13.000 ton/tahun.

Produksi LABS sebagai bahan baku dalam pembuatan detergen, pembersih dan berbagai produk kebersihan lainnya di Indonesia menjadi salah satu upaya mengurangi dampak lingkungan yang timbul dari penggunaan produk tersebut. Pabrik-pabrik dari dalam negeri yang menggunakan *linear alkylbenzene sulfonate* sebagai bahan bakunya, sebagai berikut:

Tabel 1.2 Kapasitas Pabrik yang Konsumsi *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di Indonesia

Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Unilever Indonesia	220.000
PT. Total Chemindo Loka	120.000
PT. Sayap Mas Utama	80.000
PT. Lion Wings	216.000

Sumber: Kementerian Perindustrian, 2024

Pabrik-pabrik tersebut merupakan pabrik yang menggunakan LABS sebagai bahan baku

dalam produksinya. Melihat tingginya kapasitas produksi pabrik-pabrik tersebut sedangkan kapasitas pabrik yang memproduksi bahan bakunya dapat dikatakan masih rendah maka hal tersebut dapat dijadikan peluang pendirian pabrik LABS lainnya yang dapat membantu pemenuhan kebutuhan dalam negeri.

1.2.2 Penentuan kapasitas pabrik

Penentuan kapasitas produksi dapat diperoleh dari data pendukung seperti data pertumbuhan ekspor, impor, produksi dan konsumsi suatu produk. Kapasitas produksi pabrik LABS yang direncanakan beroperasi pada tahun 2027 dapat dihitung dengan metode pertumbuhan rata-rata per tahun dengan rumus sebagai berikut: (Salsabila, P., & Risnayanti, T., 2020)

$$i = \frac{\sum Pt}{n} \dots\dots\dots(1.1)$$

$$m = P(1 + i)^a \dots\dots\dots(1.2)$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \dots\dots\dots(1.3)$$

dimana:

i = Pertumbuhan rata-rata per tahun

Pt = Pertumbuhan per tahun

n = Jumlah data

m = Prediksi data tahun yang dicari

P = Data tahun terakhir

a = Selisih tahun terakhir dan tahun yang dicari

m₃ = Peluang kapasitas

m₁ = Prediksi data produksi

m₂ = Prediksi data impor

m_4 = Prediksi data konsumsi

m_5 = Prediksi data ekspor

Tabel 1.3 Data Ekspor-Impor *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)	
	Ekspor	Impor
2018	15.887,41	6.860,52
2019	18.250,47	6.432,74
2020	21.446,86	6.063,08
2021	27.897,90	8.618,30
2022	32.686,11	8.005,55

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

Tabel 1.4 Data Produksi-Konsumsi *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)	
	Produksi	Konsumsi
2018	28.790,03	23.860,34
2019	34.895,17	36.991,97
2020	46.352,33	26.865,73
2021	54.073,36	27.967,23
2022	59.186,00	53.628,00

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2020-2024

Tabel 1.5 Pertumbuhan Ekspor dan Impor *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)		Pertumbuhan/tahun	
	Ekspor	Impor	Ekspor	Impor
2018	15.887,41	6.860,52	-	-
2019	18.250,47	6.432,74	0,148738	-0,062353
2020	21.446,86	6.063,08	0,175140	-0,057465
2021	27.897,90	8.618,30	0,300792	0,421439
2022	32.686,11	8.005,55	0,171633	-0,071099
Σ Pt			0,796303	0,230522
i			0,199076	0,057630

Tabel 1.6 Pertumbuhan Produksi dan Konsumsi *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)		Pertumbuhan/tahun	
	Produksi	Konsumsi	Produksi	Konsumsi
2018	28.790,03	23.860,34	-	-
2019	34.895,17	36.991,97	0,212058	0,550353
2020	46.352,33	26.865,73	0,328331	-0,273742
2021	54.073,36	27.967,23	0,166572	0,041000
2022	59.186,00	53.628,00	0,094550	0,917530
Σ Pt			0,801511	1,235142
i			0,200378	0,308786

Nilai prediksi data produksi, impor, konsumsi dan ekspor pada tahun 2028 dapat dihitung menggunakan data pertumbuhan rata-rata per tahun melalui persamaan (1.2).

$$\begin{aligned}m_1 &= P_1 (1 + i_1)^a \\&= 59.186,00 (1 + 0,200378)^{2028-2022} \\&= 177.062,55 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m_2 &= P_2 (1 + i_2)^a \\&= 8.005,55 (1 + 0,057630)^{2028-2022} \\&= 11.204,57 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m_4 &= P_4 (1 + i_4)^a \\&= 53.628,00 (1 + 0,308786)^{2028-2022} \\&= 269.527,14 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m_5 &= P_5 (1 + i_5)^a \\&= 32.686,11 (1 + 0,199076)^{2028-2022} \\&= 97.150,02 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Sehingga, peluang kapasitas produksi pada tahun 2028 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\&= (269.527,14 + 97.150,02) - (177.062,55 + 11.204,57) \\&= 178.410,05 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, diperoleh data prediksi produksi sebesar 177.062,55 ton/tahun, prediksi impor sebesar 11.204,57 ton/tahun, prediksi konsumsi sebesar 269.527,14 ton/tahun dan prediksi ekspor sebesar 97.150,02 ton/tahun. Jadi, peluang kapasitas produksi pabrik *linear alkylbenzene sulfonate* pada tahun 2028 adalah 178.410,05 ton/tahun.

Pertimbangan yang dilakukan dengan melihat hasil perhitungan peluang kapasitas pabrik dan keberadaan pabrik *linear alkylbenzene sulfonate* yang telah beroperasi di Indonesia, sehingga digunakan persentase sebesar 11% dari peluang, sebagai berikut:

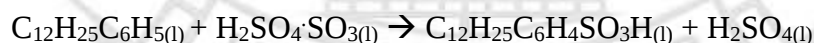
$$\begin{aligned}\text{Kapasitas perancangan pabrik} &= 11\% \times 178.410,05 \text{ ton/tahun} \\ &= 19.625,11 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Dari data dan hasil perhitungan, pra rancangan pabrik *linear alkylbenzene sulfonate* akan dibangun dengan kapasitas sebesar 20.000 ton/tahun.

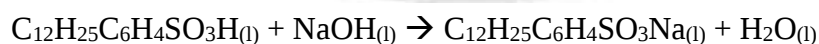
1.2.3 Ketersediaan bahan baku

Ketersediaan bahan baku menjadi salah satu prioritas utama dalam menentukan kapasitas pabrik yang dirancang. Dalam pembuatan *linear alkylbenzene sulfonate* diperlukan bahan-bahan kimia seperti *linear alkylbenzene*, *oleum* dan NaOH sebagai bahan bakunya. Bahan-bahan tersebut dapat diperoleh dari dalam negeri. Kebutuhan *linear alkylbenzene*, *oleum* dan NaOH untuk memproduksi *linear alkylbenzene sulfonate* sebanyak 20.000 ton/tahun dapat ditentukan melalui perhitungan stoikiometri. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan bahan baku berdasarkan perhitungan stoikiometri:

- Reaksi Sulfonasi



- Reaksi Netralisasi



Perbandingan mol *linear alkylbenzene* dan mol *oleum* = 1:1,1

Misal untuk kapasitas 20.000 ton/tahun

$$\text{Mol Linear Alkylbenzene Sulfonate (LABS)} = \text{Kapasitas pabrik} : \text{BM LABS}$$

$$= 20.000.000.000 \text{ g/tahun} : 348,5 \text{ g/gmol}$$

$$= 57.388.809,18 \text{ gmol/tahun}$$

$$\text{Kebutuhan linear alkylbenzene} = 1 \times \text{mol LABS} \times \text{BM Linear Alkylbenzene}$$

$$= 1 \times 57.388.809,18 \text{ gmol/tahun} \times 246 \text{ g/gmol}$$

$$= 14.117.647.058,82 \text{ g/tahun}$$

$$= 14.117,65 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kebutuhan oleum} = 1,1 \times \text{mol oleum} \times \text{BM oleum}$$

$$= 1,1 \times 57.388.809,18 \text{ gmol/tahun} \times 178,14 \text{ g/gmol}$$

$$= 11.245.566.714,49 \text{ g/tahun}$$

$$= 11.245,57 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kebutuhan NaOH} = 20\% \text{ dari total reaktan}$$

$$= 20\% \times (14.117,65 + 11.245,57) \text{ ton/tahun}$$

$$= 5.072,64 \text{ ton/tahun}$$

Perhitungan ketersediaan bahan baku tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan *linear alkylbenzene* sebanyak 14.117,65 ton/tahun, kebutuhan *oleum* sebanyak 11.245,57 ton/tahun dan kebutuhan NaOH sebanyak 5.072,64 ton/tahun. Bahan baku *linear alkylbenzene* didapatkan dari PT. Unggul Indah Cahaya, *oleum* dari PT. Mahkota Indonesia, dan NaOH dari PT. Asahimas Chemical. Ketersediaan bahan baku dapat dikatakan terpenuhi dengan melihat besarnya kapasitas produksi dari masing-masing pabrik tersebut.

Ketersediaan bahan baku untuk produksi *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LABS) menurut Kementerian Perindustrian (2024) dirincikan sebagai berikut:

a. PT. Unggul Indah Cahaya

Produsen : *Linear alkybenzene*

Kapasitas : 240.000 ton/tahun

$$\text{Pembelian} : \frac{14.117,65 \text{ ton/tahun}}{240.000 \text{ ton/tahun}} \times 100\% = 5,88\%$$

Jadi, dari total produksi PT. Unggul Indah Cahaya sebanyak 240.000 ton/tahun, dapat dilakukan pembelian bahan baku sebanyak 5,88% dari total produksinya.

b. PT. Mahkota Indonesia

Produsen : *Oleum*

Kapasitas : 49.500 ton/tahun

$$\text{Pembelian} : \frac{11.245,57 \text{ ton/tahun}}{49.500 \text{ ton/tahun}} \times 100\% = 22,72\%$$

Jadi, dari total produksi PT. Mahkota Indonesia sebanyak 49.500 ton/tahun, dapat dilakukan pembelian bahan baku sebanyak 22,72% dari total produksinya.

c. PT. Asahimas Chemical

Produsen : NaOH

Kapasitas : 680.000 ton/tahun

$$\text{Pembelian} : \frac{5.072,64 \text{ ton/tahun}}{680.000 \text{ ton/tahun}} \times 100\% = 0,75\%$$

Jadi, dari total produksi PT. Asahimas Chemical sebanyak 680.000 ton/tahun, dapat dilakukan pembelian bahan baku sebanyak 0,75% dari total produksinya.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

1.3.1 Faktor-faktor penentuan lokasi

1. Asal sumber bahan baku

Ketersediaan bahan baku merupakan hal yang penting karena bahan baku merupakan kebutuhan utama untuk kelangsungan operasional pabrik. Lokasi yang dipilih dekat dengan bahan

baku sehingga memungkinkan biaya transportasi diminimalkan. Bahan baku *alkylbenzene* dapat dibeli dari PT. Unggul Indah Cahaya terletak di Kawasan Industri Cilegon, Provinsi Banten. *oleum* dibeli dari PT. Mahkota Indonesia berlokasi di wilayah Jakarta Utara, dan bahan pendukung NaOH dibeli dari PT Asahimas Chemical di wilayah Cilegon, provinsi Banten.

2. Sistem transportasi

Kelancaran operasional suatu pabrik, khususnya pergerakan orang dan pendistribusian produk, memerlukan pilihan transportasi yang tepat. Fasilitas terkait meliputi kondisi jalan yang sesuai, pelabuhan, dan fasilitas transportasi tambahan lainnya. Prasarana transportasi di Kawasan Industri Cikarang Jababeka sudah memadai. Oleh karena itu pengadaan bahan baku dan pendistribusian produk dapat dilakukan melalui jalur darat, namun dengan hadirnya Pelabuhan Tanjung Priok dan Cikarang *Dry Port* juga dapat dilakukan melalui jalur laut.

3. Tenaga kerja

Dalam operasionalnya, pabrik membutuhkan sumber daya manusia dalam kata lain membutuhkan tenaga kerja, sumber daya manusia juga merupakan aspek yang penting dalam pemilihan lokasi pabrik karena berhubungan dengan tenaga kerja yang akan mempengaruhi kinerja pabrik. Perlu dipertimbangkan agar lokasi pabrik berada di dekat lingkungan fasilitas pendidikan yang baik, karena sarana pendidikan dapat mendorong terbentuknya tenaga kerja yang memiliki kapabilitas tinggi, kompeten, dan sesuai kebutuhan perusahaan. Perlu diketahui bahwa Cikarang merupakan kota yang memiliki sarana pendidikan mulai dari prasekolah hingga perguruan tinggi.

4. Utilitas

Utilitas pabrik merupakan faktor penting untuk pemilihan lokasi suatu pabrik. Utilitas untuk kebutuhan industri adalah listrik dan air. Sumber energi listrik dapat diperoleh dari PLTU Babelan

Bekasi dan untuk kebutuhan air dapat disuplai dari Kawasan industri Jababeka Cikarang. Untuk limbah dari proses yang dihasilkan akan diolah oleh pada *Waste Water Treatment Plant* (WWTP) yang telah disediakan oleh kawasan industri sebelum dibuang ke lingkungan.

1.3.2 Analisis SWOT

Analisis SWOT (*Strengths, weaknesses, opportunities, threats*) merupakan metode yang efektif untuk mengevaluasi faktor-faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik. Dalam konteks ini, analisis SWOT dapat membantu perusahaan dalam mengambil keputusan strategis terkait lokasi yang optimal untuk operasional mereka (Yuli, dkk. 2022). Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai penerapan analisis SWOT dalam pemilihan lokasi pabrik di Kawasan Industri Jababeka Cikarang, Kabupaten Bekasi:

1. *Strengths* (kekuatan)

- a. Aksesibilitas yang baik, Cikarang memiliki infrastruktur transportasi yang baik, termasuk jalan tol dan akses ke pelabuhan. Akses ini dapat memudahkan kegiatan distribusi barang demi mendukung operasi pabrik.
- b. Ketersediaan tenaga kerja, kawasan ini dekat dengan pusat pendidikan dan pelatihan, sehingga menyediakan tenaga kerja terampil yang diperlukan untuk berbagai industri.
- c. Kedekatan dengan pasar, lokasi Cikarang yang strategis dekat dengan Jakarta dan kota-kota besar lainnya memungkinkan perusahaan untuk menjangkau pasar dengan lebih efisien.

2. *Weakness* (kelemahan)

- a. Resiko banjir, beberapa area di Cikarang rentan terhadap banjir, yang dapat mengganggu operasional pabrik.
- b. Transportasi, ketergantungan berlebihan pada transportasi darat dapat menimbulkan keterlambatan jika jaringan terganggu atau rusak.

3. *Opportunities* (peluang)

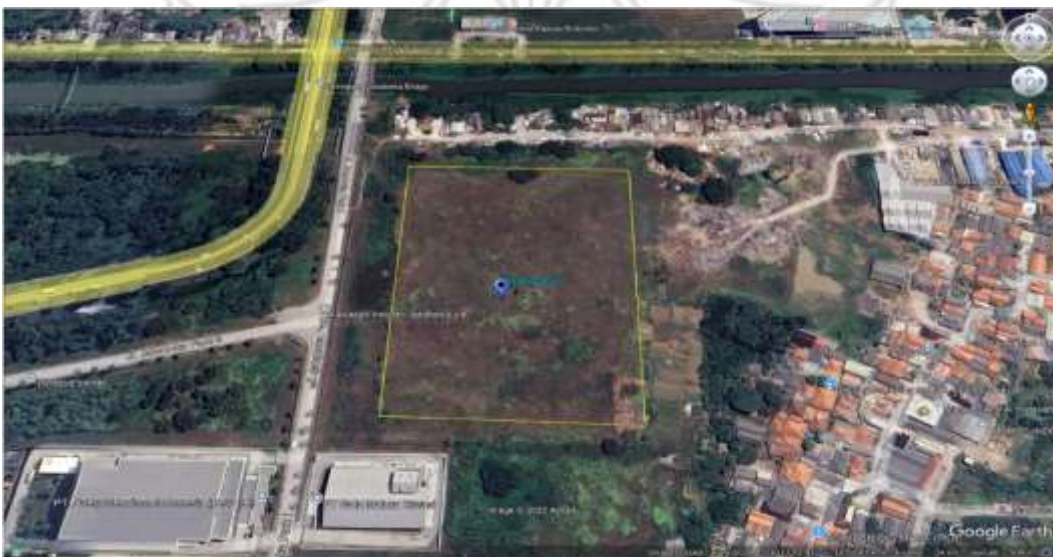
Dukungan pemerintah, pemerintah Indonesia sering memberikan insentif bagi perusahaan yang berinvestasi di kawasan industri, termasuk pajak dan fasilitas lainnya.

4. *Threats* (ancaman)

- a. Resiko lingkungan, ancaman bencana alam atau masalah lingkungan lainnya dapat mempengaruhi kelangsungan operasional pabrik.
- b. Perubahan regulasi, kebijakan pemerintah yang berubah atau regulasi baru dapat mempengaruhi biaya operasional dan kelangsungan bisnis.

1.3.3 Lokasi pabrik

Berdasarkan faktor penentu lokasi dan analisis SWOT yang dilakukan, Kawasan Industri Jababeka Cikarang dipilih sebagai lokasi strategis untuk rencana pabrik.



Gambar 1.1 Lokasi Pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di Kawasan
Industri Jababeka Cikarang

Sumber : *Google Earth*, 2024

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Bahan baku

1. *Linear alkylbenzene*

Alkylbenzene merupakan senyawa organik turunan dari benzena yang terikat pada satu atau lebih rantai alkil. Rantai alkil tersebut dapat bervariasi dari segi panjangnya maupun strukturnya yang bisa berupa rantai linear atau bercabang, hingga menghasilkan isomer. *Linear alkylbenzene* merupakan *alkylbenzene* yang rantai alkilnya adalah linear atau tidak bercabang atau dengan kata lain merupakan senyawa kimia yang terdiri dari benzena yang terikat pada rantai alkil lurus.

Bagian inti dari *alkylbenzene* yaitu benzena (C_6H_5) mengikat satu atau lebih rantai alkil (C_nH_{2n+1}) sehingga senyawa ini memiliki rumus umum $C_nH_{2n+1}C_6H_5$, di mana R (rantai alkil) biasanya terdiri dari 10 hingga 20 atom karbon (Fengchen, 2017). Sebagai turunan dari *alkylbenzene*, *linear alkylbenzene* memiliki rumus umum $C_{12}H_{25}C_6H_5$, dimana rantai alkil biasanya terdiri dari 10 hingga 18 atom karbon. Struktur ini menjadikan *linear alkylbenzene* memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan dengan *alkylbenzene* bercabang, terutama dalam hal biodegradabilitas.

Senyawa ini umumnya digunakan dalam industri kimia, terutama sebagai bahan baku untuk produksi surfaktan, seperti *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LABS), yang merupakan komponen utama dalam pembuatan detergen. *Linear alkylbenzene* digunakan secara luas dalam formulasi detergen domestik dan industri karena kemampuannya yang tinggi dalam menurunkan tegangan permukaan air, sehingga meningkatkan efektivitas pembersihan. Keunggulan *linear alkylbenzene* terletak pada biodegradabilitasnya yang tinggi, dengan tingkat degradasi mencapai lebih dari 90%,

sehingga dapat menjadi pilihan surfaktan ramah lingkungan dibandingkan dengan lainnya yang lebih sulit terurai (Purnamasari, 2014).

2. *Oleum*

Oleum yang juga dikenal sebagai asam sulfat berasap, adalah larutan yang mengandung berbagai komposisi sulfur trioksida (SO_3) dalam asam sulfat (H_2SO_4). *Oleum* dapat dinyatakan dengan rumus umum $y\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, di mana y menunjukkan jumlah molekul SO_3 yang terlarut dalam asam sulfat. *Oleum* ini memiliki rumus molekul $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ dan sering digunakan dalam proses sulfonasi untuk memproduksi senyawa-senyawa seperti *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LABS), *Sodium Dodecylbenzene Sulfonate* (SDBS) yang merupakan bahan aktif dalam detergen (Ratri, 2017).

Oleum memiliki sifat korosif dan sangat reaktif. Ketika terkena air, *oleum* dapat bereaksi dengan sangat eksotermik, menghasilkan asam sulfat. Hal tersebut membuat *oleum* berbahaya dan memerlukan penanganan yang hati-hati. *Oleum* sering digunakan dalam industri kimia sebagai bahan baku untuk sintesis berbagai senyawa kimia, termasuk sulfonat dan asam organik lainnya.

1.4.2 Bahan pendukung

Natrium hidroksida atau NaOH, atau terkadang disebut soda api merupakan senyawa kimia dengan alkali tinggi. Sifat-sifat kimia membuatnya ideal untuk digunakan dalam berbagai aplikasi yang berbeda.

Natrium hidroksida adalah bahan dasar populer yang digunakan di industri. Sekitar 56% Natrium hidroksida yang dihasilkan digunakan oleh industri, 25% di antaranya digunakan oleh industri kertas. Natrium hidroksida juga digunakan dalam pembuatan garam natrium dan detergen, regulasi pH, dan sintesis organik. Ini digunakan dalam proses produksi aluminium bayer, secara

massal natrium hidroksida paling sering ditangani sebagai larutan berair, karena lebih murah dan mudah ditangani (Kurt dan Bittner, 2005).

NaOH (Natrium Hidroksida) berperan penting dalam proses sulfonasi, terutama dalam tahap netralisasi produk sulfonasi. Dengan menetralkan asam sulfonat menggunakan NaOH, produk akhir menjadi lebih stabil dan dapat digunakan lebih lanjut dalam aplikasi industri, seperti pembuatan detergen dan surfaktan anionik. Proses netralisasi dengan NaOH juga berfungsi untuk mengatur pH larutan, yang penting untuk menjaga efisiensi reaksi dan menghindari pembentukan produk sampingan yang tidak diinginkan. Pengaturan pH ini biasanya dilakukan dalam rentang pH 4-9.

1.4.3 Produk

Linear alkylbenzene sulfonate adalah bahan detergen yang mudah larut dalam air, dengan lebih dari 80.000 isomer dari C₁₀-C₁₅ pada rantai alkil (Peters and Timmerhaus, 1991). Umumnya, yang digunakan adalah rantai alkil lurus dengan panjang tertentu, misalnya C₁₁ atau C₁₂.

Linear alkylbenzene sulfonate umumnya ditemukan dalam bentuk cair atau padatan, tergantung pada konsentrasi dan formulasi produknya. Senyawa ini terdiri dari rantai alkil lurus yang terikat pada cincin benzena, dengan gugus sulfonat (-SO₃Na) yang memberikan sifat anionik pada molekul tersebut. Sifatnya yang sangat larut dalam air sejalan dengan kemampuannya untuk menurunkan tegangan permukaan air, sehingga senyawa ini dapat bekerja efektif sebagai surfaktan.

Senyawa *linear alkylbenzene sulfonate* adalah surfaktan anionik yang banyak digunakan dalam industri detergen. *Linear alkylbenzene sulfonate* memiliki sifat yang memungkinkan untuk mengurangi tegangan permukaan, sehingga dapat membantu dalam proses emulsifikasi dan pembersihan. Senyawa ini memiliki bagian hidrofobik (rantai alkil) dan hidrofilik (gugus

sulfonat), memungkinkan interaksi yang baik dengan air dan minyak, sehingga efektif dalam menghilangkan kotoran. *Linear alkylbenzene sulfonate* dikenal lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan surfaktan berbasis cabang, karena lebih mudah terbiodegradasi mengingat struktur alkil lurus yang tidak bercabang.

1.4.4 Pemilihan proses

Pemilihan proses yang tepat dalam produksi di pabrik sangat krusial untuk mencapai efisiensi, efektivitas, dan keberhasilan dari suatu proses produksi. Pemilihan proses bertujuan untuk menentukan proses yang akan digunakan didalam pendirian pabrik. Hal tersebut dapat dilihat dari keuntungan yang didapatkan dari segi ekonomi atau segi teknik. Pembuatan *linear alkylbenzene sulfonate* menggunakan proses sulfonasi merupakan proses reaksi kimia yang melibatkan gabungan dari gugus fungsi asam sulfonat (SO_3H) ke dalam suatu molekul atau ion. Pada dasarnya, proses sulfonasi mempunyai tiga cara, yaitu:

1. Reaksi Sulfonasi dengan H_2SO_4

Proses sulfonasi dengan *sulfating agent* H_2SO_4 merupakan cara yang pertama kali dilakukan. Proses ini dapat berjalan secara *batch* maupun kontinyu. Proses berlangsung pada suhu $0-51^\circ\text{C}$ dengan tekanan 1 atm, tergantung pada kualitas warna produk yang diinginkan. Dalam proses ini tidak menggunakan katalis, *alkylbenzene* direaksikan langsung dengan H_2SO_4 100% dengan perbandingan mol H_2SO_4 dan *alkylbenzene* 1,6:1,8 (Kirk and Othmer, 1981).

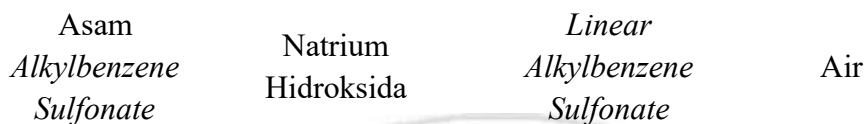
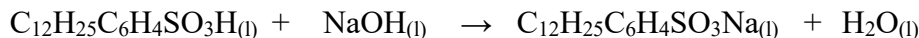
Reaksi yang terjadi yaitu:

- Reaksi sulfonasi:





- Reaksi netralisasi:

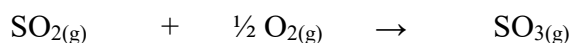


Produk dari hasil reaksi sulfonasi dinetralkan dengan NaOH dengan kadar 20% (Peters and Timmerhaus, 1991), lalu didapatkan hasil akhir *linear alkylbenzene sulfonate*. Reaksi dengan H₂SO₄ ini tidak terlalu banyak digunakan karena reaksi menghasilkan air yang cukup banyak sehingga produk yang dihasilkan menjadi encer dan berbusa. Selain itu, air dalam jumlah besar dapat menggeser reaksi ke kiri dan serta kecepatan reaksinya lambat.

2. Reaksi Sulfonasi dengan SO₃

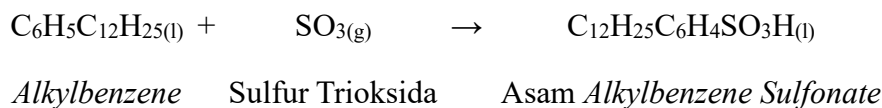
Pembuatan *linear alkylbenzene sulfonate* dengan gas SO₃ terdiri dari empat tahap yaitu, proses pengeringan udara, produksi gas SO₂, konversi gas SO₂ menjadi gas SO₃ dan proses sulfonasi. Proses pengeringan udara bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat di udara. Apabila di udara terdapat kandungan air dalam jumlah yang cukup banyak maka dapat memicu terbentuknya *oleum* karena reaksi antara H₂O dengan SO₃ dan ini menyebabkan kualitas warna *linear alkylbenzene sulfonate* rendah. Untuk menghasilkan gas SO₃, udara kering direaksikan dengan sulfur dalam bentuk cair dan konversi gas SO₂ menjadi gas SO₃ menggunakan katalis V₂O₅.

- Reaksi antara SO₂ dan O₂:

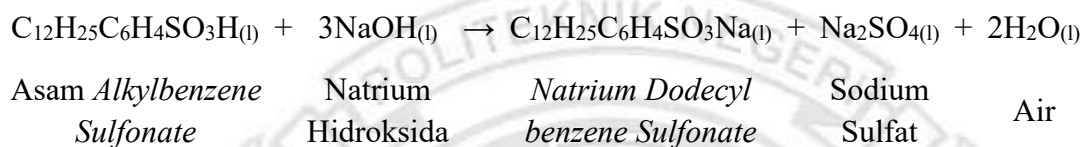


Sulfur Oksida Oksigen Sulfur Trioksida

- Reaksi Sulfonasi



- Reaksi Netralisasi

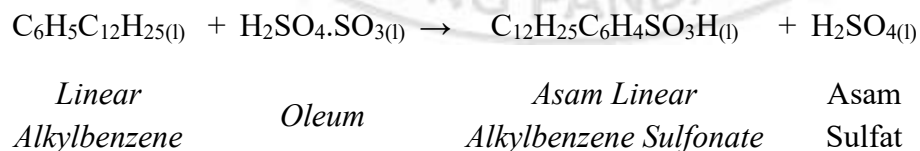


Reaksi sulfonasi berlangsung dalam satu reaktor gelembung, suhu reaksi 50°C dan tekanan 1,5 atm (De Groot, 1991). Selain sangat mudah terbentuknya reaksi samping yang tidak diinginkan, biaya produksi proses sulfonasi dengan gas SO₃ cenderung lebih mahal dan warna produk yang dihasilkan juga lebih gelap.

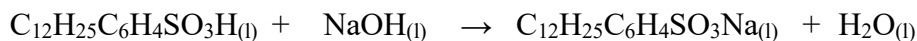
3. Reaksi Sulfonasi dengan *Oleum* 20%

Pada proses sulfonasi dengan *oleum*, reaksi dilakukan menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan suhu 38-60°C dan tekanan 1 atm. *Oleum* yang digunakan yaitu *oleum* 20% dengan perbandingan mol *alkylbenzene* dan *oleum* adalah 1:1,1 (De Groot, 1991) dimana reaksi yang terjadi yaitu:

- Reaksi Sulfonasi:



- Reaksi Netralisasi:



*Asam Linear
Alkylbenzene
Sulfonate*

Natrium
Hidroksida

*Linear Alkylbenzene
Sulfonate*

Air

Keunggulan dari proses ini adalah penanganannya mudah, biaya produksi juga relatif lebih murah jika dibandingkan dengan proses lain, warna dari produk yang dihasilkan lebih terang dan dihasilkan produk samping H_2SO_4 yang masih dapat dijual dipasaran (De Groot, 1991).

Pemilihan proses yang tepat memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan output tanpa perlu menambah input secara signifikan. Dengan strategi proses yang efisien, perusahaan dapat memaksimalkan penggunaan sumber daya seperti tenaga kerja dan material, sehingga menghasilkan lebih banyak produk dengan biaya yang sama atau bahkan lebih rendah. Berikut merupakan perbandingan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing proses:

Tabel 1.7 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Proses

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Reaksi Sulfonasi dengan H_2SO_4	- Memiliki viskositas yang lebih rendah. - Biaya produksi relatif murah. - Relatif mudah dalam proses penanganan dan pengoperasian.	- Menghasilkan banyak air sebagai produk samping. - Laju reaksi lambat. - Membutuhkan kapasitas reaktor yang besar. - Memungkinkan terjadi polimerisasi.

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Reaksi Sulfonasi dengan Gas SO_3	1. Laju reaksi cepat. 2. Membutuhkan kapasitas reaktor yang lebih kecil dari proses dengan H_2SO_4 3. Kelarutan <i>Sulfonating agent</i> yang tinggi.	1. Rentan terbentuk reaksi samping yang tidak diinginkan. 2. Viskositas <i>sulfonating agent</i> yang tinggi. 3. Biaya produksi tinggi. 4. Kualitas produk berwarna lebih gelap.
Reaksi Sulfonasi dengan <i>Oleum</i> 20%	1. Laju reaksi cepat 2. Biaya produksi relatif lebih murah. 3. Kualitas produk akhir berwarna lebih terang. 4. Menghasilkan produk samping yang berguna dan bernilai ekonomi. 5. Proses penanganan dan pengoperasian yang mudah. 6. Penggunaan energi relatif sedikit.	1. Viskositas <i>Sulfonating agent</i> yang tinggi. 2. Sedikit memungkinkan terjadi reaksi samping. 3. Produksi bahan baku berupa <i>oleum</i> 20% yang masih minim.

Adapun dari segi perbandingan kondisi proses yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 1.8 Perbandingan Proses

Keterangan	Proses Sulfonasi dengan H_2SO_4	Proses Sulfonasi dengan Gas SO_3	Proses Sulfonasi dengan <i>Oleum</i> 20%
Reaktor	RATB	Gelembung	RATB

Suhu operasi	0-50°C	50°C	38-60°C
Tekanan operasi	1 atm	1,5 atm	1 atm
Produk samping	H ₂ O	-	H ₂ SO ₄
Kemurnian	90%	95%	96%

Sumber: De Groot, 1991 dan Kadirun, 2010

Proses sulfonasi dengan menggunakan oleum 20% dipilih sebagai proses yang digunakan dalam pabrik ini dengan melihat beberapa keunggulan dan keuntungan dari proses tersebut dibandingkan dengan kedua proses lainnya. Kelebihan dari proses ini sebagai berikut:

1. Kemurnian produk yang lebih besar yaitu 96%.
2. Kondisi operasi berlangsung pada suhu rendah dengan tekanan 1 atm, sehingga energi yang dibutuhkan lebih sedikit dan aman.
3. Penanganan dan pengoperasian yang mudah beserta biaya produksi yang dibutuhkan relatif murah.
4. Kualitas produk akhir berwarna lebih terang.
5. Menghasilkan produk samping berupa H₂SO₄ yang bernilai ekonomi yang dapat dijual di pasaran.

BAB XI

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan hasil perhitungan pra rancangan pabrik *linear alkyl benzene sulfonate* kapasitas 20.000 ton/tahun, maka diperoleh kesimpulan berikut:

1. Aspek proses

Proses produksi *linear alkylbenzene sulfonate* dengan metode sulfonasi lebih menguntungkan karena kondisi operasi yang aman dan mudah ditangani serta produk yang dihasilkan memiliki kemurniaan yang tinggi.

2. Aspek lokasi

Pabrik didirikan di Kawasan Industri Jababeka Kec. Cikarang, Kab. Bekasi, Jawa Barat yang merupakan lokasi yang strategis dengan meninjau dari ketersediaan bahan baku, tenaga kerja dan akses transportasi yang memadai, kedekatan dengan pasar karena dekat dengan Jakarta dan kota besar lainnya.

3. Aspek struktur perusahaan

Bentuk perusahaan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi perusahaan yaitu *line and staff*, serta jumlah karyawan sebanyak 150 orang.

4. Aspek ekonomi

Pabrik ini layak untuk didirikan karena memberikan keuntungan yang ditinjau dari segi ekonomi. Berikut data hasil analisis ekonomi yang diperoleh:

- a. *Return on Investment* (ROI) = 23,07%
- b. *Pay Out Time* (POT) = 3,02 tahun
- c. *Internal Rate of Return* (IRR) = 34,40%
- d. *Break Even Point* (BEP) = 43,42%

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, Tiara Savi. 2023. *Pabrik Linear Alkylbenzene Sulfonate dari Alkylbenzene dan Oleum dengan Proses Sulfonasi*. Pra Rencana Pabrik. Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional Jawa Timur.
- Aries, Robert S., and Robert D. Newton. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku, 2017*. No. Publikasi: 05310.1906. ISSN/ISBN: 2338-2473. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2019/12/18/f9068cb68093f2172cf096b0/statistik-industri-manufaktur-bahan-baku--2017.html>
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku, 2018*. No. Publikasi: 05310.2004. ISSN/ISBN: 2338-2473. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2020/10/20/e70ec0cbd64b606afc18feee/statistik-industri-manufaktur-bahan-baku--2018.html>
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku, 2019*. No. Publikasi: 05300.2115. ISSN/ISBN: 2338-2473. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2021/09/30/6b755466140d3d5b6edf21e4/statistik-industri-manufaktur-bahan-baku-2019.html>
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku, 2020*. No. Publikasi: 05300.2216. ISSN/ISBN: 2338-2473. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2022/11/10/cabedbbe52e219e71f38a563/statistik-industri-manufaktur-bahan-baku--2020.html>
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku, 2021*. No. Publikasi: 05300.2370. ISSN/ISBN: 2338-2473. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/29/b65bd6f4ff81e08dc2fa8982/statistik-industri-manufaktur-bahan-baku--2021.html>
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Industri Manufaktur Produksi, 2017*. No. Publikasi: 05310.1903. ISSN/ISBN: 2338-2481. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2019/12/18/6c13ea752734256f43424043/statistik-industri-manufaktur-produksi-2017.html>
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Industri Manufaktur Produksi, 2018*. No. Publikasi: 05310.2001. ISSN/ISBN: 2338-2481. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2020/10/20/2eadeb3609a714209994a3d2/statistik-industri-manufaktur-produksi-2018.html>

- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Industri Manufaktur Produksi, 2019*. No. Publikasi: 05300.2114. ISSN/ISBN: 2338-2481. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2021/09/30/188266fad97723fc543a0aea/statistik-industri-manufaktur-produksi-2019.html>
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Statistik Industri Manufaktur Produksi, 2020*. No. Publikasi: 05300.2217. ISSN/ISBN: 2338-2481. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2022/11/16/c082ffca41dde9cd42341453/statistik-industri-manufaktur-produksi--2020.html>
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Statistik Industri Manufaktur Produksi, 2021*. No. Publikasi: 05300.2369. ISSN/ISBN: 2338-2481. diakses di <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/29/1b230ecd07b1b0360656a06e/statistik-industri-manufaktur-produksi--2021.html>
- Badan Pusat Statistik. 2024. Data Ekspor Impor Nasional. Diakses di <https://www.bps.go.id/id/exim>
- Brown, George Grager, 1950. Unit Operations. John Wiley & Sons: New Delhi.
- Brownell, L. & E.Young. 1959. Process Equipment Design. John Wiley & Sons Inc.,N.Y.
- Coulson & Richardson's, 1978. Chemical Engineering Design. 4th ed. Elsevier Butterworth-Heineman.
- De Groot, W. H. 1991. *Sulphonation Technology in the Detergent Industry. Dalam Sulphonation Technology in the Detergent Industry. Springer Netherlands.* <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7918-6>
- Evans, Jr., Frank L. 1980. Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants. Vol. 2, 2nd ed. Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
- Fengchen. 2017. *Linear Alkylbenzene Sulfonic Acid (LBSA), Alkyl Benzene Sulphonic Acid 96%*. Artikel. Diakses di <http://id.fengchengroup.org/chemicals/featured-chemicals/linear-alkylbenzene-sulfonic-acid-labsa-alkyl.html>.
- Fuad, M. et al., 2006. Pengantar Bisnis. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Geankoplis, Christie J., 1978. Transport Processes and Unit Operations. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall International Inc.
- Green, D. W., and Marylee Z. Southard. 2019. Perry's Chemical Engineers' Handbook, 9th ed. McGraw Hill Education.

Hadi, M. I., dkk. 2019. *Pengaruh Kompleks Linier Alkylbenzene Sulfonate (LAS) dan Kadmium (Cd) terhadap Peningkatan Akumulasi, Absorpsi, dan Toksisitas Kadmium (Cd) pada Ikan Mas (Cyprinus carpio L)*. Jurnal Teknik Lingkungan, 4(2). Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.

Himmelblau, D.M. 1974. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Prentice-Hall, Inc : New Jersey.

Kadirun, A. 2010. *Prarancangan Pabrik Pembuatan Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) dari Linear Alkylbenzene (LAB) dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 85.000 ton/tahun*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi Asahimas Chemical. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=Kuyrq7nx8Ypyiefg3cppzCxBI55Yp9hyIGHu6UDIEo,&pub=PuWof_o9nUINBBU7L3RKVmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=w4Ch-qiDa3usB73JrZGxhiQpAffWom7UB0IEy7gyVzs

Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi Findeco Jaya. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=T0QnixDTwSngI0P9s2-sAVHqj9kzI8LexlzpSoFDAw,&pub=PuWof_o9nUINBBU7L3RZKVmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=wwFd3Vx3zTWrbRZj2qjeSkmh2L22vvNX2Fdrxisj-8Q

Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi KAO Indonesia. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=ieUwlaKo9mNtC8tpVUGeN8n0Fp3U3d2a8KPBGc8Iv0,&pub=PuWof_o9nUINBBU7L3RZKVmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=BYiNjuKMMKF5FbQIsz5aBLcJgwZwyCYnKkJPnexe4M

Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi Mahkota Indonesia. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=i2Gv2RKEBr5AyhBii2HuvVb4In6O4I2Ph49lMbX66s,&pub=PuWof_o9nUINBBU7L3RZKVmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=ISlbpSN9z9c2e8PGuJp5GVRb94k9cKaTofNeW_uFDpY

Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi Lion Wings. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=SN7OeN6YbcrRQGNbMbrNsbM0aKK4JvDnwR7s0kP_hYw,&pub=PuWof_o9nUINBBU7L3RZKVmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=O0MMvpPM7g2aBSdhegWjuSItkZN_AjCOyFxTSZySe-Y

Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi Sayap Mas Utama. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=n-opks39Z3Tv4-bFz5a2wfzc0RuTNoKPrGdg-gws1Jk,&pub=PuWof_o9nUINBBU7L3RZKVmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=eWAJYT-m2Vm5vvMYgP

Q5gdQ3dv2oDlqF_hQUzH5yVw0

- Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi Sinar Antjol. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=DMJ6FgCbmnFf7WH4B7QABU8Z6fXmRU_phmn5vN4xfIo,&pub=Puwof_o9nUINBBU7L3RZKvmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=wFopINazrlwcJnPXPtLDK_KxrU4m472tAjrZfD_TjapRQ
- Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi Total Chemindo Loka. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=B8nnOL9CoiGdykynuU95mgdoOuJvROn4HpwPK3KObG8,&pub=Puwof_o9nUINBBU7L3RZKvmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=2d1cR6ifwNsKvO4tz0M1epvNwwhHYGQYvvEyFD2bjW4
- Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi Unggul Indah Cahaya. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=vpjSEjO5UcoPNThCIfK8pYfaMnf1k2qoeyKds7tL63U,&pub=Puwof_o9nUINBBU7L3RZKvmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=LuxkmCJE_zvGgbpW1_uBrOLHYz4KIxnWeEclifiTMT0
- Kementerian Perindustrian. 2024. Kapasitas Produksi Unilever Indonesia. Diakses di https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=n1UkMZoKzJLnDQAepVRnnfKSm0g1FA8JAqonvsbdp7k,&pub=Puwof_o9nUINBBU7L3RK_VmOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=FSYqfk_VAwTUOlfpAmBkf7s_3pw42aFRCIAEt4UJf_0
- Kern, D. Q. 1965. Process Heat Transfer. McGraw Hill International Book Company, Inc. Japan.
- Kirk & Othmer. 1981. *Raymond E Kirk_ Donald F Othmer_ Martin Grayson_ David Eckroth_ et al-Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology Vol 5 -Wiley 2004.*
- Kurt and Bittner. 2005. 'Standart Pelayanan Minimal', Journal of Chemical Information and Modeling, 12 Suppl 1(9), pp. 1–29. doi: 10.1007/978-1-4614- 7990-1.
- Laila, Syifa Nazmi. 2023. *Prarancangan Pabrik Linear Alkil Benzen Sulfonat (LABS) dari Alkil Benzen dan Oleum dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 40.000 ton/tahun.* Skripsi. Jakarta: Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
- McCabe,W.L. , 1956. Unit Operation of Chemical Engineering. 5th ed. McGraw Hill Book Company Inc. , Tokyo.
- Naja, H. R. D., 2004. Manajemen Fit & Proper Test. Yogyakarta: Pustaka Widyatama.
- Paul E.Minton. 1986. Paul E. Minton - Handbook of Evaporation Technology-William Andrew (1988)

- Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Perry, R. H., Green, D. W., & Maloney, J. O. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7th ed. McGraw Hill Book Company, Inc.
- Perry, R. H., Green, D. W., & Maloney, J. O. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 8th ed. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Powell, S. T. 1945. *Water Conditioning for Industry*. 1st ed. McGraw Hill Book Company, Inc.
- PT. Asahimas Chemical, 2025. Komposisi Natrium Hidroksida. Diakses di <https://www.asc.co.id/index.php/en/products>
- PT. Mahkota Indonesia, 2025. Komposisi Asam Sulfat Berasap (Oleum). Diakses di <https://mahkotaindoneia.web.indotrading.com/product>
- PT. Unggul Indah Cahaya, 2025. Komposisi Linear Alkylbenzene. Diakses di <https://www.uic.co.id/produk>
- Purnamasari, Eti Nurpita. 2014. *Karakteristik Kandungan Linear Alkyl Benzene Sulfonat (LAS) pada Limbah Cair Laundry*. Jurnal Media Teknik, 1(1). Palembang: Pusat Penelitian Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang.
- Putri, A., dan Mustail, A. 2020. *Studi Pemilihan Reaktan Pada Pabrik Metil Ester Sulfonat (MES) Dari Fatty Acid Methyl Ester (FAME)*. Jurnal Chemurgy, 04(1). Malang: Politeknik Negeri Malang.
- Ratri. 2017. *Pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat dari Oleum 20% dan Dodekilbenzene dengan Proses Sulfonasi*. Pra Rencana Pabrik. Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional Jawa Timur.
- Robert, J. S., Robert, A.A., Mounji, G.B. 2004. *Physical Chemistry*. 4th ed., John Wiley & Sons, Inc.
- Salsabila, P., & Risnayanti, T., 2020. *Prarancangan Pabrik Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate Dari Linear Alkylbenzene Dan Caustic Soda Dengan Proses Sulfonasi Oleum 20% Kapasitas 40.000 Ton/Tahun*. Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia, 5(1). Kalimantan Selatan: Universitas Lambung Mangkurat
- Silla, Harry. 2003. *Chemical Process Engineering Design and Economics*. Marcel Dekker, Inc.

United States of America.

Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbott, M. M., & Swihart, M. T. 2022. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. 9th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Ulrich, G. D., 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: John Wiley & Sons.

Umar, H., 2003. *Business an Introduction*. 2nd ed. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Yaws, C. L. 1997. *Handbook of Chemical Compound Data for Process Safety: Comprehensive Safety and Health-Related Data for Hydrocarbons and Organic Chemicals: Selected Data for Inorganic Chemicals - Library of Physico-Chemical Property Data*. Gulf Publishing Company, Houston, Texas.

Yaws, C. L. 1999. *Chemical Property Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental. Transport, Safety. And Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals - Mc Graw Hill Handbooks*. Mc Graw Hill Companies, Inc.

Yuli, M., Uswatun, H., Achmad, S., & Agustin, S. 2022. *Analisis SWOT Untuk Pengambilan Keputusan Relokasi Pabrik Start Up Susu Sapi Segar Mulk Japo Tanjunganom Nganjuk*. *Cyber-Techn*, 16(01), 29–37. Retrieved from <https://jurnal.stt-pomosda.ac.id/index.php/cybertechn/article/view/83>