

**PRARANCANGAN PABRIK FATTY ACID SULPHONATE DARI FATTY
ALCOHOL DAN SULFUR TRIOKSIDA KAPASITAS 49.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh Gelar Sarjana D-4
Teknologi Kimia Industri pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

AISYA AMALIA ATMADJA

432 21 030

MUHAMMAD ILHAM RAHMAN

432 21 041

**PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **Prarancangan Pabrik Fatty Acid Sulphonate dari Fatty Alcohol dan Sulfur Trioksida Kapasitas 49.000 ton/tahun** oleh Aisya Amalia Atmadja, NIM 43221030 dan Muhammad Ilham Rahman, NIM 43221041 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ridhawati, S.T., M.T.
NIP. 19760419 200501 2 002



Fajar, S.T., M.Eng.
NIP. 19740826 200112 1 001

Mengetahui,
a.n. Direktur
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Wahyu Budi Utomo, HND., MSc
NIP. 19650320 199202 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini dengan judul **Prarancangan Pabrik Fatty Acid Sulphonate dari Fatty Alcohol dan Sulfur Trioksida Kapasitas 49.000 ton/tahun** oleh Aisya Amalia Atmadja, NIM 43221030 dan Muhammad Ilham Rahman, NIM 43221041 dinyatakan layak untuk diseminarkan.

Makassar, September 2025



DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR TABEL	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR.....	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN.....	11
1.1. Latar Belakang	11
1.2. Kapasitas Rancangan	14
1.3. Ketersediaan Bahan Baku	18
1.4. Penentuan Kapasitas Pabrik	20
1.5. Penentuan Lokasi Pabrik.....	20
1.6. Tinjauan Pustaka	23
BAB II DESKRIPSI PROSES	Error! Bookmark not defined.

2.1.	Spesifikasi Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
2.2.	Spesifikasi Produk	Error! Bookmark not defined.
2.3.	Konsep Proses	Error! Bookmark not defined.
2.4.	Tinjauan Termodinamika dan Kinetika ...	Error! Bookmark not defined.
2.5.	Langkah Proses	Error! Bookmark not defined.
2.6.	Diagram Alir	Error! Bookmark not defined.
BAB III NERACA MASSA.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Neraca Massa Reaktor Gelembung (R-101)	Error! Bookmark not defined.
3.2	Neraca Massa Reaktor Netralizer (R-102).....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Neraca Massa Mixer NaOH (M-101)	Error! Bookmark not defined.
3.4	Neraca Massa Spray Dryer (SD-101).....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS.....		Error! Bookmark not defined.
4.1.	Neraca Panas Heater Exchanger $C_{14}H_{29}OH$	Error! Bookmark not defined.
4.2.	Neraca Panas Heater Exchanger SO_3	Error! Bookmark not defined.
4.3.	Neraca Panas Reaktor Gelembung.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.	Neraca Panas Mixer NaOH.....	Error! Bookmark not defined.
4.5.	Neraca Panas Heater Exchanger NaOH..	Error! Bookmark not defined.

- 4.6. Neraca Panas Reaktor Netralizer**Error! Bookmark not defined.**
- 4.7. Neraca Panas Heater Exchanger Udara ...**Error! Bookmark not defined.**
- 4.8. Neraca Panas Spray Dryer**Error! Bookmark not defined.**

BAB V SPESIFIKASI ALAT.....Error! Bookmark not defined.

- 5.1. Tangki Bahan Baku Fatty Alcohol.**Error! Bookmark not defined.**
- 5.2. Heat Exchanger Fatty Alcohol.....**Error! Bookmark not defined.**
- 5.3. Tangki Bahan Baku Sulfur Trioksida**Error! Bookmark not defined.**
- 5.4. Heat Exchanger Sulfur Trioksida.....**Error! Bookmark not defined.**
- 5.5. Compressor**Error! Bookmark not defined.**
- 5.6. Gudang Bahan Baku NaOH.....**Error! Bookmark not defined.**
- 5.7. Screw Conveyor.....**Error! Bookmark not defined.**
- 5.8. Bucket Elevator.....**Error! Bookmark not defined.**
- 5.9. Mixer NaOH**Error! Bookmark not defined.**
- 5.10. Heat Exchanger NaOH**Error! Bookmark not defined.**
- 5.11. Reaktor Gelembung**Error! Bookmark not defined.**
- 5.12. Ekspander.....**Error! Bookmark not defined.**
- 5.13. Reaktor Netralizer.....**Error! Bookmark not defined.**
- 5.14. Heat Exchanger Udara**Error! Bookmark not defined.**
- 5.15. Spray Dryer.....**Error! Bookmark not defined.**
- 5.16. Screw Conveyor.....**Error! Bookmark not defined.**

5.17. Bucket Elevator.....	Error! Bookmark not defined.
5.18. Pompa Fatty Alcohol	Error! Bookmark not defined.
5.19. Pompa NaOH	Error! Bookmark not defined.
5.20. Pompa Reaktor Gelembung	Error! Bookmark not defined.
5.21. Pompa Reaktor Netralizer.....	Error! Bookmark not defined.
5.22. Filter Udara	Error! Bookmark not defined.
5.23. Cyclone	Error! Bookmark not defined.
5.24. Blower.....	Error! Bookmark not defined.
5.25. Silo	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS.....	Error! Bookmark not defined.
6.1 Unit Pengadaan Steam	Error! Bookmark not defined.
6.2 Unit Pengadaan Air.....	Error! Bookmark not defined.
6.3 Sistem Pengolahan Air.....	Error! Bookmark not defined.
6.4 Spesifikasi Alat Utilitas	Error! Bookmark not defined.
6.5 Unit Penyediaan Listrik	Error! Bookmark not defined.
6.6 Unit Penyediaan Bahan Bakar	Error! Bookmark not defined.
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	Error!
Bookmark not defined.	
7.1. Alat Kontrol atau Instrumentasi dalam proses.....	Error! Bookmark not defined.

7.2. Aspek Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan (K3L) **Error!**

Bookmark not defined.

BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN...Error! Bookmark not defined.

8.1. Bentuk Perusahaan.....**Error! Bookmark not defined.**

8.2. Struktur Organisasi Perusahaan**Error! Bookmark not defined.**

8.3. Perincian Tugas, Jumlah Dan Kualifikasi.....**Error! Bookmark not defined.**

8.4. Pembagian Jam Kerja**Error! Bookmark not defined.**

8.5. Penggolongan Gaji.....**Error! Bookmark not defined.**

BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK Error! Bookmark not defined.

9.1. Lokasi Pabrik**Error! Bookmark not defined.**

9.2. Bahan Baku.....**Error! Bookmark not defined.**

9.3. Pemasaran**Error! Bookmark not defined.**

9.4. Tenaga Listrik Dan Bahan Bakar.....**Error! Bookmark not defined.**

9.5. Tenaga Kerja.....**Error! Bookmark not defined.**

9.6. Fasilitas Transportasi**Error! Bookmark not defined.**

9.7. Persediaan Air.....**Error! Bookmark not defined.**

9.8. Tata Letak Pabrik.....**Error! Bookmark not defined.**

9.9. Tata Letak Alat Proses**Error! Bookmark not defined.**

BAB X ANALISA EKONOMIError! Bookmark not defined.

10.1. Modal Investasi Total	Error! Bookmark not defined.
10.2. Analisa Aspek Ekonomi	Error! Bookmark not defined.
10.3. Shut Down Point (SDP)	Error! Bookmark not defined.
BAB XI KESIMPULAN	28
DAFTAR PUSTAKA	123

PRARANCANGAN PABRIK FATTY ACID SULPHONATE DARI FATTY ALCOHOL DAN SULFUR TRIOKSIDA KAPASITAS 49.000 TON/TAHUN

RINGKASAN

Fatty Acid Sulphonate merupakan biosurfaktan ramah lingkungan yang diperoleh melalui reaksi antara fatty alcohol dan sulfur trioksida. Pabrik fatty acid sulphonate berkapasitas 49.000 ton/tahun direncanakan di Kawasan Industri JIPE Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan lahan dan bangunan 30.300 m². Pendirian pabrik ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan fatty acid sulphonate dalam negeri sekaligus mengurangi impor.

Proses produksi Fatty Acid Sulphonate terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu (1) tahap persiapan bahan baku, (2) tahap sulfonasi, dan (3) tahap netralisasi. Produk akhir yang dihasilkan berupa FAS berbentuk serbuk (powder) dengan tingkat kemurnian mencapai 93%. Pabrik dilengkapi dengan unit utilitas pendukung, yang meliputi penyediaan air, listrik, uap (steam), bahan bakar, serta unit pengolahan limbah untuk menjamin keberlanjutan proses dan kepatuhan terhadap standar lingkungan. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan diperkirakan sebanyak 212 orang, dengan sistem kerja shift selama 330 hari operasi per tahun.

Analisis ekonomi menunjukkan bahwa investasi pendirian pabrik ini layak dilakukan, di mana Fixed Capital Investment (FCI) Rp 200.478.829.358 dan Working Capital Investment (WCI) Rp 85.919.498.296. Hasil kelayakan finansial diperoleh ROI sesudah pajak 37%, IRR 33%, POT 2,09 tahun, dan BEP 47,40%. Memberikan hasil evaluasi berupa nilai pengembalian investasi yang menguntungkan, waktu pengembalian modal (payback period) yang relatif singkat, serta titik impas (break-even point) yang kompetitif. Oleh karena itu, pembangunan pabrik Fatty Acid Sulphonate berkapasitas 49.000 ton/tahun ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor, serta mendukung pengembangan industri kimia nasional berbasis bahan baku terbarukan.

Kata kunci: Fatty Acid Sulphonate (FAS), Sulfonasi, Netralisasi,

PRELIMINARY DESIGN OF FATTY ACID SULPHONATE FACTORY
FROM FATTY ALCOHOL AND SULFUR TRIOXIDE WITH A CAPACITY
OF 49,000 TONS/YEAR

SUMMARY

Fatty Acid Sulphonate is an eco-friendly biosurfactant obtained through the reaction between fatty alcohol and sulfur trioxide. A fatty acid sulphonate plant with a capacity of 49,000 tons/year is planned in the JIPE Industrial Area, Gresik, Gresik Regency, East Java, with land and buildings covering 30,300 m². The establishment of this plant aims to meet domestic fatty acid sulphonate demand while also reducing imports.

The production process of Fatty Acid Sulphonate consists of three main stages, namely (1) raw material preparation stage, (2) sulfonation stage, and (3) neutralization stage. The final product produced is FAS in powder form with a purity level of up to 93%. The plant is equipped with supporting utility units, which include the supply of water, electricity, steam, fuel, as well as waste treatment units to ensure process sustainability and compliance with environmental standards. The estimated workforce required is 212 people, with a shift work system operating for 330 days per year.

Economic analysis indicates that the investment in establishing this factory is feasible, with a Fixed Capital Investment (FCI) of IDR 200,478,829,358 and a Working Capital Investment (WCI) of IDR 85,919,498,296. The financial feasibility results show an after-tax ROI of 37%, an IRR of 33%, a payback period of 2.09 years, and a break-even point (BEP) of 47.40%. This provides an evaluation

indicating a profitable return on investment, a relatively short payback period, and a competitive break-even point. Therefore, the construction of a Fatty Acid Sulphonate factory with a capacity of 49,000 tons per year is expected to reduce import dependency and support the development of a national chemical industry based on renewable raw materials.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan industri kimia di Indonesia terus mengalami perkembangan yang signifikan dan memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi nasional serta peningkatan kesejahteraan masyarakat. Industri kimia diharapkan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan kimia dari luar negeri, memperluas lapangan pekerjaan, menghemat devisa negara, serta mendorong peningkatan ekspor dan pertumbuhan ekonomi nasional. Salah satu sektor yang menunjukkan peningkatan kebutuhan pasar adalah industri **deterjen**, di mana permintaan produk pembersih terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan kesadaran masyarakat akan kebersihan (Susanto, 2023).

Walaupun di Indonesia telah berdiri beberapa pabrik yang memproduksi **Fatty acid sulphonate**, peluang untuk meningkatkan kapasitas produksi dan memenuhi kebutuhan pasar domestik masih sangat besar. Pertumbuhan industri deterjen dan produk berbasis **surfaktan** lainnya terus meningkat, sehingga peningkatan kapasitas produksi dalam negeri menjadi langkah strategis untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor serta mengantisipasi risiko kekurangan pasokan (Sitohang, 2024).

Fatty acid sulphonate merupakan salah satu jenis **biosurfaktan** yang dihasilkan melalui reaksi antara **fatty alcohol** dan **sulfur trioksida**. Senyawa ini memiliki sifat ramah lingkungan karena berasal dari bahan baku terbarukan dan dapat terurai secara hayati (**biodegradable**). **Fatty acid sulphonate** berperan

penting dalam industri deterjen sebagai bahan aktif yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan daya bersih dengan cara mengemulsikan kotoran berbasis minyak atau lemak (Stein, 1975).

Selama ini, **Alkyl benzene sulphonate** masih menjadi surfaktan yang paling banyak digunakan dalam industri deterjen. Beberapa contoh produk komersial berbasis **Alkyl benzene sulphonate** yang dikenal luas di pasaran antara lain **Triton™**, **Texapon™**, serta merek sejenis seperti **Linear alkylbenzene sulfonate** dan **Sodium dodecylbenzene sulfonate**, yang umumnya diproduksi melalui reaksi antara **benzena** dan **olefin** yang berasal dari minyak bumi (Ahmad, 2024). Namun, ketergantungan terhadap bahan baku berbasis minyak bumi menyebabkan biaya produksi lebih tinggi dan berpotensi menimbulkan dampak lingkungan yang lebih besar. Oleh karena itu, penggunaan **Fatty acid sulphonate** menjadi alternatif yang menjanjikan karena berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, seperti minyak kelapa sawit dan minyak kelapa (Wijaya, 2024).

Dibandingkan dengan **Alkyl benzene sulphonate**, **Fatty acid sulphonate** memiliki beberapa keunggulan utama. Pertama, bahan bakunya berasal dari sumber terbarukan seperti **fatty alcohol**, yang diperoleh dari minyak nabati atau lemak hewani. Hal ini menjadikan **Fatty acid sulphonate** lebih ramah lingkungan dan mendukung prinsip keberlanjutan industri. Kedua, proses produksinya relatif lebih sederhana karena hanya melibatkan reaksi sulfonasi langsung antara **fatty alcohol** dan **Sulfur trioksida** tanpa memerlukan tahap tambahan atau bahan kimia kompleks. Ketiga, **Fatty acid sulphonate** memiliki **biodegradabilitas** yang lebih baik sehingga lebih mudah terurai secara biologis dan aman bagi lingkungan. Dari

segi biaya, produksi **Fatty acid sulphonate** juga lebih kompetitif karena bahan bakunya lebih murah dan tersedia secara lokal, sedangkan **Alkyl benzene sulphonate** bergantung pada bahan baku petroleum yang cenderung fluktuatif dan mahal (Haryanto, 2022).

Dari segi ekonomi, harga **Fatty acid sulphonate** di kawasan industri Asia Tenggara berkisar antara **USD 1.100–1.300 per ton**, sedangkan harga **Alkyl benzene sulphonate** berada pada kisaran **USD 1.400–1.600 per ton** (Chemical Market Update, 2025). Hal ini menunjukkan bahwa **Fatty acid sulphonate** memiliki keunggulan kompetitif dari sisi harga, terutama dengan ketersediaan bahan baku lokal yang melimpah di Indonesia. Jika dikonversi menggunakan nilai tukar **Rp 16.000 per USD**, maka: Harga **Fatty acid sulphonate** setara dengan **Rp 17,05–20,15 juta per ton**, Sedangkan harga **Alkyl benzene sulphonate** setara dengan **Rp 21,70–24,80 juta per ton**. Dengan demikian, **Fatty acid sulphonate** lebih murah sekitar **Rp 4–5 juta per ton**, atau sekitar **20–25% lebih ekonomis** dibandingkan **Alkyl benzene sulphonate**. Perbedaan harga ini memperlihatkan potensi besar bagi industri dalam negeri untuk beralih ke penggunaan **Fatty acid sulphonate**, terutama dengan ketersediaan bahan baku lokal yang melimpah.

Berdasarkan data **Badan Pusat Statistik (BPS, 2024)**, Indonesia mencatat impor **Fatty acid sulphonate** sebesar 4.351,27 ton, ekspor sebesar 54.006,91 ton, konsumsi sebesar 4.431,27 ton, dan total produksi mencapai 80.000 ton per tahun. Data tersebut menunjukkan bahwa peluang peningkatan produksi masih sangat terbuka, terutama untuk memenuhi tren pasar terhadap produk ramah lingkungan. Maka prospek pendirian pabrik fatty acid sulphonate dari fatty alcohol dan sulfur

trioksida di Indonesia sangat bermanfaat dilihat dari semua sisi, yaitu sebagai berikut:

1. Dengan didirikannya pabrik ini maka akan mengurangi jumlah impor fatty acid sulphonate dari luar negeri.
2. Ketersediaan bahan baku di Indonesia yang melimpah akan meningkatkan nilai tambah produk dan memperkuat perekonomian lokal.
3. Memberikan peluang lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi angka atau tingkat pengangguran serta menambah tingkat perekonomian masyarakat Indonesia. (Indonesia Chemical Association,2023)

1.2. Kapasitas Rancangan

Tujuan pendirian pabrik ini adalah untuk mendapatkan produk fatty acid sulphonate yang mampu bersaing di pasaran. Beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada penentuan kapasitas produksi pabrik antara lain. kebutuhan produk dan ketersediaan bahan baku sebagai berikut:

1.2.1. Kebutuhan Produk

Tabel 1. 1 Data Impor Fatty Acid Sulphonate di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)	Pertumbuhan (%)
2020	5.853,94	0
2021	5.890,86	1
2022	10.228,67	74
2023	5.020,42	-51
2024	4.351,27	-13
Total	31.345,154	10
Rata-rata pertumbuhan pertahun(i)		2

(Sumber: Badan Pusat Statistik 2025)

1.2.2. Data Ekspor Fatty Acid Sulphonate di Indonesia

Tabel 1.2 Data Ekspor Fatty Acid Sulphonate di Indonesia

Tahun	Ekspor (ton/tahun)	Pertumbuhan (%)
2020	30.644,42	0
2021	40.750,10	33
2022	41.668,00	2
2023	50.189,80	20
2024	54.006,91	8
Total	217.259,225	63
Rata-rata pertumbuhan pertahun(i)		13

(Sumber: Badan Pusat Statistik 2025)

1.2.3. Data Konsumsi Fatty Acid Sulphonate di Indonesia

Tabel 1.3 Data Konsumsi Fatty Acid Sulphonate di Indonesia

Tahun	Konsumsi(ton/tahun)	Pertumbuhan (%)
2020	5.933,94	0
2021	5.970,86	1
2022	10.308,67	73
2023	5.100,42	-51
2024	4.431,27	-13
Total	31.745,15	10
Rata-rata pertumbuhan pertahun(i)		2

(Sumber: Badan Pusat Statistik 2025)

Dari tabel 1.1 dapat dihitung pertumbuhan atau persentase kebutuhan fatty acid sulphonate untuk tiap tahunnya dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Pertumbuhan (\%)} \text{ 2020-2021} = \frac{5.853,94 - 5.890,86}{5.890,86} \times 100\% = 1\%$$

$$\text{Rata-rata pertumbuhan pertahun (i)} = \frac{10}{5} = 2\%$$

1.2.4. Data Produksi Fatty Acid Sulphonate di Indonesia

Tabel 1.4 Data kapasitas produksi fatty acid sulphonate di Indonesia

Nama Perusahaan	Produksi 2024 (ton/tahun)
PT KAO Indonesia Chemicals	4.000
PT Aktif Indonesia Indah	20.000
PT Solvay Manyar	16.000
PT Indo Sukses Sentra Usaha	40.000
Total	80.000

(Sumber: Kementerian Perindustrian Republik Indonesia 2025)

Berdasarkan pada tabel diatas pabrik direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2029. Untuk perencanaan produksi, digunakan data impor, ekspor, konsumsi dan produksi dari tahun 2020 hingga 2024, sehingga estimasi penggunaan fatty acid sulphonate pada tahun 2029 dapat dihitung dengan metode discounted berikut:

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

Ket : M_1 = Nilai impor tahun pabrik dibangun (ton/tahun)

M_2 = Nilai produksi pabrik dalam negeri (ton/tahun)

M_3 = Nilai kebutuhan produksi tahun pabrik dibangun (ton/tahun)

M_4 = Nilai ekspor tahun pabrik dibangun (ton/tahun)

M_5 = Nilai konsumsi dalam negeri tahun pabrik dibangun (ton/tahun)

Penentuan nilai M_1 , M_2 , M_4 dan M_5 menggunakan persamaan seperti berikut:

$$M = P (1 + i)^n$$

Ket M = Jumlah produk pada tahun pabrik dibangun (ton/tahun)

P = Kebutuhan pada data tahun terakhir (ton/tahun)

i = Rata-rata pertumbuhan (%)

n = Selisih tahun terakhir dengan tahun pabrik dibangun

- Perkiraan nilai impor pada tahun 2029 (M_1)

$$M_1 = P (1 + i)^n$$

$$M_1 = 4.351,27 (1+2\%)^5$$

$$M_1 = 4.805,109 \text{ ton/tahun}$$

- Perkiraan nilai ekspor pada tahun 2029 (M_4)

$$M_4 = P (1 + i)$$

$$M_4 = 54.006,91 (1+13\%)^5$$

$$M_4 = 98.004,744 \text{ ton/tahun}$$

- Perkiraan nilai konsumsi pada tahun 2029 (M_5)

$$M_5 = P (1 + i)$$

$$M_5 = 4.431,27 (1+2\%)^5$$

$$M_5 = 4.874,729 \text{ ton/tahun}$$

- Perkiraan nilai produksi pada tahun 2029 (M_2):

$$M_2 = P (1 + i)$$

$$M_2 = 400.000 (1+0)^5$$

$$M_2 = 400.000 \text{ ton/tahun}$$

Hasil perhitungan tersebut, kapasitas pabrik fatty acid sulphonate pada tahun 2029 dapat dihitung menggunakan persamaan (1) yaitu sebagai berikut:

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

$$M_3 = (98.004,744 + 4.874,729) - (4.805,109 + 400.000)$$

$$M_3 = 97.674,363 \text{ ton/tahun}$$

Jika diproduksi 50% (peluang) maka kapasitas produksinya:

$$M_3 \times 50\% = 48.837,181 \text{ ton/tahun}$$

Dengan demikian pendirian pabrik fatty acid sulphonate di Indonesia pada tahun 2029 dengan kapasitas produksi sebesar 49.000 ton/tahun

1.3. Ketersediaan Bahan Baku

Dalam penentuan kapasitas pabrik, hal penting yang harus diperhatikan ketersediaan bahan baku pada kapasitas pabrik yang ada. Hal ini guna untuk memperkirakan kapasitas pendirian pabrik agar tidak jauh berbeda dari kapasitas pabrik yang ada. Adapun bahan baku utama yang digunakan pada pabrik fatty acid sulphonate adalah fatty alcohol dan sulfur trioksida sebagai berikut:

Tabel 1.5 Data Kapasitas Produksi Dari Produsen Fatty Alcohol di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton/tahun)
2020	1.186,128
2021	1.373,152
2022	1.604,338
2023	1.660,329
2024	1.826,361

(Sumber: Kementerian Perindustrian Republik Indonesia 2025)

1.3.1. Metode Ekstrapolasi Linear

$$\text{Kenaikan Rata-rata} = \frac{\text{Kapasitas 2024} - \text{Kapasitas 2020}}{2024 - 2020}$$

$$\text{Kenaikan Rata-rata} = \frac{1.826,361 - 1.186,128}{4}$$

$$= 160.058 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kapasitas 2029} = \text{Kapasitas 2024} + (\text{Kenaikan rata-rata} \times (2029 - 2024))$$

$$= 1.826,361 + (160.058 \times 5)$$

$$= 2.626,652 \text{ ton/tahun}$$

Dengan menggunakan metode ekstrapolasi, kapasitas produksi tahun 2029 diproyeksikan sebesar 2.626,652 ton/tahun. Perhitungan ini didasarkan pada kenaikan rata-rata kapasitas produksi antara tahun 2020 dan 2024, yaitu sebesar 160.058,25 ton/tahun.

Tabel 1.6 Data Kapasitas Produksi dari Produsen Sulfur Trioksida di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton/tahun)
2020	7.100,000
2021	7.100,000
2022	7.145,000
2023	7.200,000
2024	7.330,000

(Sumber: Kementerian Perindustrian Republik Indonesia 2025)

1.3.2. Metode Ekstrapolasi Linear

$$\text{Kenaikan Rata-rata} = \frac{\text{Kapasitas 2024} - \text{Kapasitas 2020}}{2024 - 2020}$$

$$\text{Kenaikan Rata-rata} = \frac{7.330.000 - 7.100.000}{4} = \frac{230.000}{4} = 57.500 \text{ Ton/tahun}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas 2029} &= \text{Kapasitas 2024} + (\text{Kenaikan rata-rata} \times (2029 - 2024)) \\ &= 7.330.000 + (57.500 \times 5) \\ &= 7.330.000 + 287.500 \\ &= 7.617,500 \text{ Ton/tahun} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan metode ekstrapolasi, kapasitas produksi tahun 2029 diproyeksikan sebesar 7.617,500 ton/tahun. Perhitungan ini didasarkan pada kenaikan rata-rata kapasitas produksi antara tahun 2020 dan 2024, yaitu sebesar 57.500 ton/tahun.

1.4. Penentuan Kapasitas Pabrik

Berdasarkan data yang diperoleh, kapasitas rancangan produksi pabrik fatty acid sulphonate pada tahun 2029 dipilih sebesar 49.000 ton/tahun dengan harapan sebagai berikut :

1. Memenuhi kebutuhan fatty acid sulphonate dalam negeri.
2. Meningkatkan ekspor fatty acid sulphonate ke berbagai negara, yang diharapkan dapat menguntungkan perusahaan serta menambah devisa negara.
3. Mengoptimalkan ketersediaan bahan baku yang melimpah didalam negeri, sehingga dapat meningkatkan nilai tambah produk dan memperkuat perekonomian lokal.
4. Menciptakan lapangan kerja baru yang dapat meningkatkan kesejahteraan bagi masyarakat sekitar.

1.5. Penentuan Lokasi Pabrik

Dalam perancangan ini lokasi yang dipilih adalah di daerah Kawasan Industri Java Integrated Industrial and Port Estate (JIPE) Gresik, Jl. Raya Manyar KM 11 Manyar, Gresik Provinsi Jawa Timur



Gambar 1.1 Lokasi pabrik fatty acid sulphonate

Tabel 1.7 Titik Koordinat dan Jarak ke Lokasi pabrik

	Titik Koordinat				Jarak (KM)	Ket
Lokasi Pabrik	7° 5' 12"	Ls	112° 36' 39"	BT	0	
Pelabuhan	7° 5' 11"	Ls	112° 38' 31"	BT	13	
Sungai	7° 5' 11"	Ls	112° 38' 31"	BT	2	
PLTU	7° 5' 36"	Ls	112° 35' 60"	BT	7	
Bandara	7° 22' 44"	Ls	112° 47' 7"	BT	55,2	

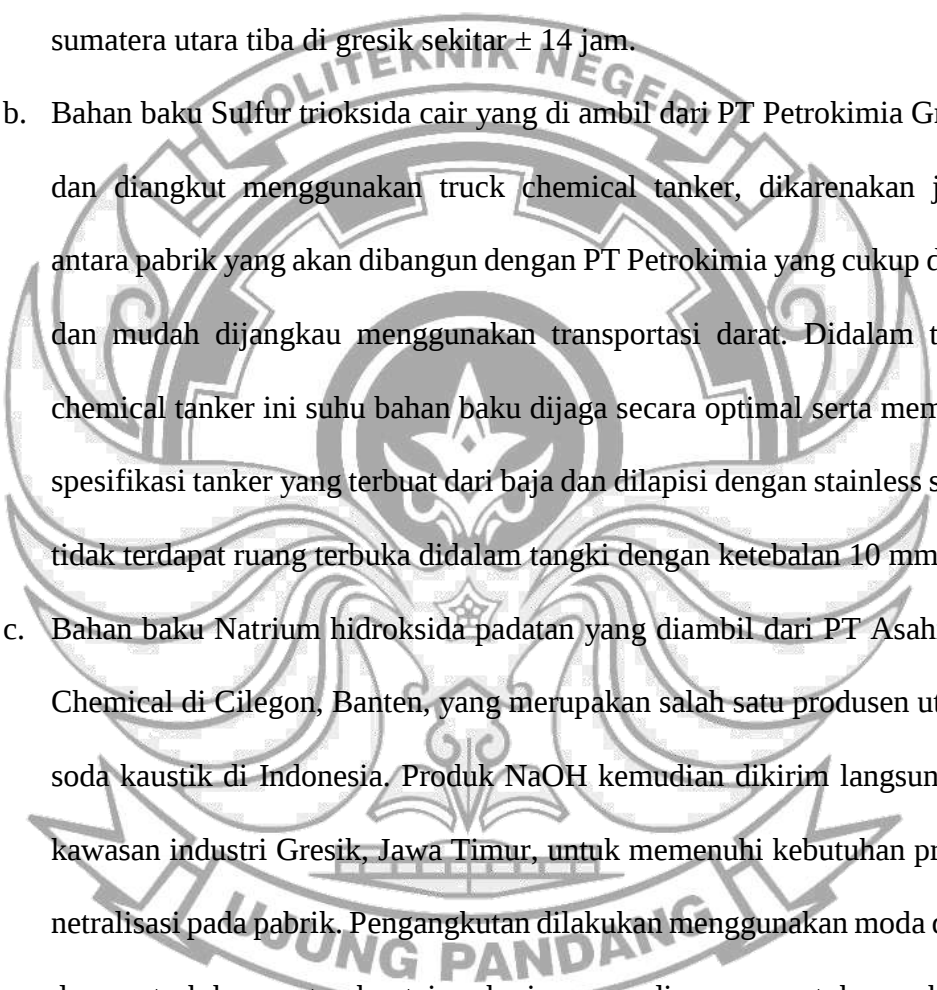
Tabel 1.8 Titik Koordinat dan Jarak Bahan baku Ke Lokasi Pabrik

Persediaan Bahan Baku	Titik Koordinat				Jarak (KM)	
Sulfur Trioksida	8°00'07"	LS	114°09'45"	BT	15	
Natrium Hidroksida	6°01'50"	LS	105°56'33"	BT	700	
Fatty Alcohol	1°05'05"	LS	104°07'37"	BT	1800	

(Sumber : Google Earth)

1.5.1. Persediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik, sehingga pengadaan bahan baku sangat diperhatikan. Lokasi di Gresik sangat tepat karena dekat dengan yang menghasilkan bahan baku.

- 
- a. Bahan baku fatty alcohol yang di ambil dari pulau Sumatera utara, bahan baku fatty alcohol akan di suplai dari PT Musim Mas akan didatangkan dengan melalui jalur laut dengan menggunakan kapal pengangkut. Kapal tanker diformulasikan dan dirancang guna untuk memuat bahan-bahan yang kapasitas tidak sedikit dan estimasi bahan baku fatty alcohol dari sumatera utara tiba di gresik sekitar ± 14 jam.
- b. Bahan baku Sulfur trioksida cair yang di ambil dari PT Petrokimia Gresik dan diangkut menggunakan truck chemical tanker, dikarenakan jarak antara pabrik yang akan dibangun dengan PT Petrokimia yang cukup dekat dan mudah dijangkau menggunakan transportasi darat. Didalam truck chemical tanker ini suhu bahan baku dijaga secara optimal serta memiliki spesifikasi tanker yang terbuat dari baja dan dilapisi dengan stainless steel, tidak terdapat ruang terbuka didalam tangki dengan ketebalan 10 mm.
- c. Bahan baku Natrium hidroksida padatan yang diambil dari PT Asahimas Chemical di Cilegon, Banten, yang merupakan salah satu produsen utama soda kaustik di Indonesia. Produk NaOH kemudian dikirim langsung ke kawasan industri Gresik, Jawa Timur, untuk memenuhi kebutuhan proses netralisasi pada pabrik. Pengangkutan dilakukan menggunakan moda darat dengan truk kargo atau kontainer kering yang dirancang untuk membawa bahan kimia padatan dalam bentuk sack 25–50 kg atau big bag 1 ton. Dengan kisaran jarak ± 700 km dari Cilegon ke Gresik, estimasi waktu perjalanan darat adalah sekitar ± 12 jam.

1.5.2. Pemasaran Produk

Keberadaan pabrik di lokasi gresik, jawa timur dinilai sangat strategis karena akses transportasi yang memadai, baik jalur darat maupun laut, ditunjang oleh pelabuhan laut dalam yang terintegrasi. Dengan adanya fasilitas ini, ketersediaan fatty acid sebagai bahan baku untuk industri turunan seperti deterjen, sampo, dan produk pembersih wajah dapat lebih terjamin. Selanjutnya, fatty acid ini juga menjadi komoditas penting dalam mendukung pemasaran fatty acid sulphonate (FAS) sebagai produk hilir yang bernilai tambah tinggi.

1.5.3. Penyediaan Air

Air yang diperoleh dari sungai Gresik dimana diletakkan pada proses pengolahan air terlebih dahulu.

1.5.4. Tersedianya Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang terampil dan terdidik dapat dipenuhi karena banyak sekolah-sekolah kejuruan yang mendidik tenaga-tenaga terampil yang siap pakai, dapat diperoleh dari daerah setempat, luar daerah setempat maupun para pendatang pencari kerja.

1.5.5. Faktor-faktor lain

Daerah Gresik, Jawa Timur merupakan kawasan industri sehingga hal-hal yang sangat dibutuhkan bagi kelangsungan proses produksi suatu pabrik telah tersedia dengan baik seperti: sarana transportasi, energi dan keamanan, lingkungan serta faktor sosial.

1.6. Tinjauan Pustaka

1.6.1. Fatty Acid Sulphonate

Fatty Acid Sulphonate merupakan salah satu jenis surfaktan anionik yang diperoleh melalui reaksi antara **asam lemak (fatty acids)** dengan **senyawa sulfonasi**, seperti **sulfur trioksida**. Surfaktan ini bersifat **amfipatik**, artinya setiap molekul memiliki dua bagian dengan karakteristik berbeda, yaitu gugus **hidrofilik** (menarik air) dan gugus **hidrofobik** (menarik minyak atau lemak). Struktur tersebut menjadikan **fatty Acid Sulphonate** sangat efektif dalam **menurunkan tegangan antarmuka** (surface tension) antara fase air dan minyak, sehingga berfungsi optimal sebagai **agen emulsifikasi dan pembersih** (Gervajio, 2005). Secara kimiawi, **fatty Acid Sulphonate** diproduksi melalui **proses sulfonasi**, yaitu reaksi penambahan gugus $-SO_3H$ pada rantai hidrokarbon dari **asam lemak** atau **fatty alcohol** menggunakan gas SO_3 . Hasil reaksi awal berupa **alkyl hydrogen sulphate**, yang kemudian dinetralkan menggunakan **natrium hidroksida** untuk membentuk **garam natrium dari fatty acid sulphonate**. Senyawa ini bersifat aktif permukaan dan mampu membentuk busa yang stabil.

Karena sifatnya yang mudah berbusa dan memiliki kemampuan tinggi dalam mengemulsikan serta mengangkat kotoran, **fatty Acid Sulphonate** banyak digunakan sebagai bahan utama dalam **industri deterjen, sabun cair, sampo, pasta gigi, dan produk pembersih rumah tangga**. Surfaktan jenis ini memiliki **gugus lipofilik** (larut dalam lemak) berupa rantai hidrokarbon organik ($R-OSO_3^-$) dan **gugus hidrofilik** (larut dalam air) berupa **ion Na^+** .

Mekanisme pembersihan oleh surfaktan secara umum melibatkan beberapa tahapan (Gervajio, 2005):

1. Pembasahan permukaan substrat dan kotoran, diikuti dengan penurunan tegangan permukaan antar fase air-substrat dan air-kotoran.
2. Pengangkatan kotoran dari permukaan substrat oleh surfaktan.
3. Penstabilan kotoran dalam bentuk terlarut atau tersuspensi agar tidak kembali menempel.

Dengan demikian, **fatty Acid Sulphonate** tidak hanya berperan sebagai agen pembersih, tetapi juga memberikan stabilitas busa, daya emulsifikasi, dan kompatibilitas tinggi dengan bahan deterjen lain, menjadikannya alternatif potensial pengganti surfaktan berbasis minyak bumi seperti Alkyl benzene sulfonate.

1.6.2. Fatty Alcohol

Fatty alcohol atau alkohol lemak merupakan alkohol alifatik rantai panjang yang berasal dari reduksi asam lemak alami yang terkandung dalam minyak nabati dan lemak hewani. Senyawa ini umumnya memiliki jumlah atom karbon genap (C_8-C_{18}), sehingga bersifat stabil secara kimia dan termal. Fatty alcohol dibedakan berdasarkan panjang rantainya:

- Rantai pendek hingga menengah (C_6-C_{10}) banyak digunakan dalam industri kosmetik, farmasi, dan pangan, karena berfungsi sebagai pelarut, emolien, serta bahan pengental (thickener).
- Rantai panjang ($C_{12}-C_{18}$) lebih banyak dimanfaatkan dalam pembuatan surfaktan, pelumas, dan bahan bakar biodiesel.

Dalam industri surfaktan, fatty alcohol berfungsi sebagai bahan dasar dalam pembuatan surfaktan nonionik dan anionik, seperti Fatty Alcohol Sulphate dan

Fatty Alcohol Ether Sulphate. Sifat utama fatty alcohol adalah kemampuannya untuk bertindak sebagai surfaktan nonionik, yang berperan sebagai emulsifier, emollient, dan thickener dalam berbagai formulasi industri kosmetik, farmasi, serta makanan (Isdayanti & Karima, 2022).

1.6.3. Sulfur Trioksida

Sulfur trioksida merupakan senyawa kimia penting dalam proses **sulfonasi** dan **pembuatan asam sulfat (H_2SO_4)**. Pada suhu kamar dan tekanan atmosfer, SO_3 berbentuk **cairan tak berwarna** yang sangat **reaktif dan korosif**. Ketika terpapar udara, SO_3 dengan cepat bereaksi dengan **uap air (H_2O)** membentuk **H_2SO_4** , menyebabkan munculnya asap atau kabut asam. Selain dalam bentuk monomer, SO_3 juga dapat membentuk **struktur polimer** seperti $\gamma-SO_3$ dan $\beta-SO_3$, tergantung kondisi kelembapan dan katalis yang digunakan. Reaktivitas tinggi SO_3 inilah yang dimanfaatkan pada **proses sulfonasi fatty alcohol**, di mana SO_3 berperan menambahkan gugus **$-SO_3H$** pada rantai hidrokarbon untuk membentuk **alkyl hydrogen sulphate**, yang kemudian dinetralkan menghasilkan **Fatty Alcohol Sulphonate** (Vahedpour et al., 2011). Karena sifatnya yang sangat korosif, penanganan SO_3 memerlukan **wadah logam khusus yang kering, tahan panas, dan tahan korosi**, serta sistem reaktor tertutup untuk mencegah kontak dengan kelembapan udara.

1.6.4. Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida, atau dikenal juga sebagai **soda kaustik**, merupakan **basa kuat** yang banyak digunakan dalam berbagai proses industri kimia. Dalam bentuk murni, NaOH berbentuk **padatan putih higroskopis** yang mudah menyerap

air dan karbon dioksida dari udara. NaOH tersedia dalam berbagai bentuk seperti **pelet, serpihan (flakes), butiran (granules)**, maupun **larutan 50% (w/w)**. NaOH mudah larut dalam air dengan reaksi **eksotermis (menghasilkan panas)**, serta larut sebagian dalam etanol dan metanol. Dalam konteks industri surfaktan, **NaOH digunakan dalam tahap netralisasi terhadap alkyl hydrogen sulphate**, menghasilkan **garam natrium dari fatty alcohol sulphonate** yang bersifat aktif permukaan. Selain perannya dalam produksi surfaktan, NaOH juga digunakan secara luas dalam **industri pulp dan kertas, tekstil, pengolahan air limbah, pembuatan sabun padat melalui reaksi saponifikasi minyak nabati**, serta **pengendalian pH** pada berbagai proses kimia (Amin, 2019). NaOH padatan komersial umumnya memiliki **kemurnian 95–99%**, dengan kandungan **air dan natrium karbonat (Na_2CO_3)** sekitar 1–5%. Karena sifatnya yang higroskopis dan korosif, penyimpanan NaOH harus dilakukan dalam **wadah tertutup rapat, tahan alkali, dan bebas kelembapan**.

BAB XI

KESIMPULAN

Hasil analisis pada Prarancangan pabrik Fatty acid sulphonate dari Fatty alcohol dan Sulfur trioksida kapasitas 49.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur. Diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas 49.000 ton/tahun.
2. Proses yang dipilih untuk pembuatan fatty acid sulphonate, yaitu proses sulfonasi dengan SO_3 dengan konsentrasi produk akhir 93%.
3. Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan fatty acid sulphonate adalah fatty alcohol dan sulfur trioksida.
4. Lokasi pabrik direncanakan dibangun di Kawasan Industri JIPE, Gresik, Jawa Timur, karena kawasan ini memiliki akses yang strategis.
5. Hasil analisis ekonomi yang diperoleh, yaitu:
 - a. Total Capital Investment (TCI) = Rp. 286.398.327.654
 - b. Fixed Capital Investment (FCI) = Rp 200.478.829.358
 - c. Sales cost = Rp 2.352.000.499.200
 - d. Laba bersih = Rp 93.660.519.160
 - e. Pay Out Time (POT) = 2,09 tahun
 - f. Break Even Point (BEP) = 47,40%

Berdasarkan hasil pertimbangan dari data di atas, maka dapat disimpulkan bahwa Prarancangan Pabrik Fatty acid sulphonate dari Fatty alcohol dan Sulfur trioksida Kapasitas 49.000 Ton/tahun ini layak untuk didirikan

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. (2019). Pengaruh Pemakaian Sodium Hidroksida (NaOH) Pada Pembuatan Geopolimer Menggunakan Material Perlit, Basalt, Feldspart. Inovasi Pembangunan : Jurnal Kelitbangan, 7(1), 97. <https://doi.org/10.35450/jip.v7i1.126>
- Ahmad, R., & Wijaya, K. (2024). Recent Development of Alkyl Benzene Sulphonate in Detergent Industry. Journal of Surfactants and Detergents, 27(1), 15-28.
- ACGIH. (2020). "Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents". American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2020 Edition.
- Adams, K., Brown, M., & Davis, L. (2021). "Advanced gas detection systems for sulfur trioxide monitoring in industrial applications". Chemical Engineering and Processing, 162, 108-115.
- Anderson, P., & Davis, R. (2020). "Pressure control strategies in continuous sulfonation reactors". Industrial & Engineering Chemistry Research, 59(8), 3456-3467.
- Aprilianti, D., Mardiyono, M., & Purnama, S. (2022). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD): Literature Review. Jurnal Ilmu Keperawatan, 10(1), 44–51.
- Badan Pusat Statistika, “ Data Import-Eksport Tahun 2020-2024”. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- Brownell, & young. (1959). *Salinan Brownell_Process_Equipment_Design_Hand.*

- Brown, T., Wilson, J., & Miller, S. (2018). "Heat exchanger optimization in fatty acid sulphonate production". *Chemical Engineering Journal*, 341, 234-245.
- CDC. (2020). "Occupational exposure limits for sulfur trioxide". Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH Publication No. 2020-106.
- Chen, X., Wang, Y., & Li, Z. (2021). "Thermal stability and storage conditions of sulfur trioxide in industrial processes". *Process Safety and Environmental Protection*, 148, 789-798.
- Crowl, D. A., & Louvar, J. F. (2019). "Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications". 4th Edition, Pearson Education.
- Davis, M., & Johnson, K. (2018). "Level measurement accuracy in corrosive chemical environments". *Measurement Science and Technology*, 29(4), 045-052.
- Garcia, A., & Lopez, B. (2021). "Energy efficiency optimization in sulfonation process heat exchangers". *Applied Thermal Engineering*, 185, 116-124.
- Green, J., & Martinez, C. (2021). "Sustainable process control in chemical manufacturing". *Green and Sustainable Chemistry*, 25, 100-112.
- Gruhn, P., & Cheddie, H. L. (2019). "Safety Instrumented Systems: Design, Analysis, and Justification". 3rd Edition, ISA Publishing.
- Haryanto, S. (2022). Ketergantungan Indonesia pada Impor Fatty Acid Sulphonate. *Industri dan Perdagangan*, 33(5), 118-125.
- Johnson, R., & Williams, A. (2019). "Automated level control systems for chemical storage tanks". *Control Engineering Practice*, 88, 45-53.

- Jones, P., & Smith, D. (2018). "Fast-response temperature monitoring in exothermic chemical reactions". *Sensors and Actuators B: Chemical*, 267, 234-241.
- Khan, F. I., & Abbasi, S. A. (1999). Major Accidents in Process Industries and an Analysis of Causes and Consequences. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*.
- Kumar, S., Patel, N., & Sharma, V. (2021). "Temperature alarm systems for runaway reaction prevention". *Journal of Loss Prevention in Process Industries*, 69, 104-112.
- Kumar, A., Singh, R., & Gupta, S. (2022). "Process optimization of fatty alcohol sulfonation: A comprehensive review". *Chemical Engineering Research and Design*, 178, 456-478.
- Lee, S., & Park, H. (2019). "Pressure monitoring in neutralization reactors for surfactant production". *Korean Journal of Chemical Engineering*, 36(7), 1123-1131.
- Liptak, B. G. (2018). "Instrument Engineers' Handbook: Process Control and Optimization". 5th Edition, CRC Press.
- Martinez, L., & Thompson, R. (2018). "Safety considerations in sulfur trioxide handling and storage". *Process Safety Progress*, 37(3), 289-296.
- Miller, J., Anderson, K., & Brown, L. (2019). "Thermal decomposition kinetics of sulfur trioxide under industrial conditions". *Thermochimica Acta*, 671, 45-52.

- NIOSH. (2018). "Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Sulfur Trioxide". National Institute for Occupational Safety and Health, Publication No. 2018-101.
- OSHA. (2019). "Permissible Exposure Limits for Chemical Substances". Occupational Safety and Health Administration, 29 CFR 1910.1000.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (2003). Plant Design and Economics for Chemical Engineers. McGraw-Hill.
- Rodriguez, M., Garcia, P., & Lopez, J. (2020). "Storage stability of fatty alcohols under controlled temperature conditions". Journal of Chemical Engineering Data, 65(4), 1876-1883.
- Sinnott, R. K., & Towler, G. (2009). Chemical Engineering Design. Elsevier.
- Seborg, D. E., Edgar, T. F., Mellichamp, D. A., & Doyle III, F. J. (2017). "Process Dynamics and Control". 4th Edition, John Wiley & Sons.
- Turton, R., Bailie, R. C., Whiting, W. B., & Shaeiwitz, J. A. (2018). Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes. Pearson.
- Smith, C. A., & Corripio, A. B. (2019). "Principles and Practice of Automatic Process Control". 4th Edition, John Wiley & Sons.
- Yaws, C. L. (1999). Chemical Properties Handbook. McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

