

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM SALISILAT MELALUI
PROSES KARBOKSIDASI FENOL DENGAN METODE
KOLBE-SCHMITT KAPASITAS 4.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

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

ALIFAH ZAKIYYAH AZIZ
RESKI WAHYUNINGSI

43121004
43121021

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

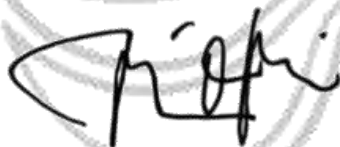
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Asam Salisilat melalui Proses Karboksilasi Fenol dengan Metode Kolbe-Schmitt Kapasitas 4.000 Ton/Tahun** oleh Alifah Zakiyyah Aziz Nim 431 21 004 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 22 September 2025

Menyetujui,

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



Drs. Herman Banggalino, M.T.
NIP. 196108311990031002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan


Ir. Yuliani IIR, S.T., M.Eng.
NIP. 19730409 200312 2 002

DAFTAR ISI

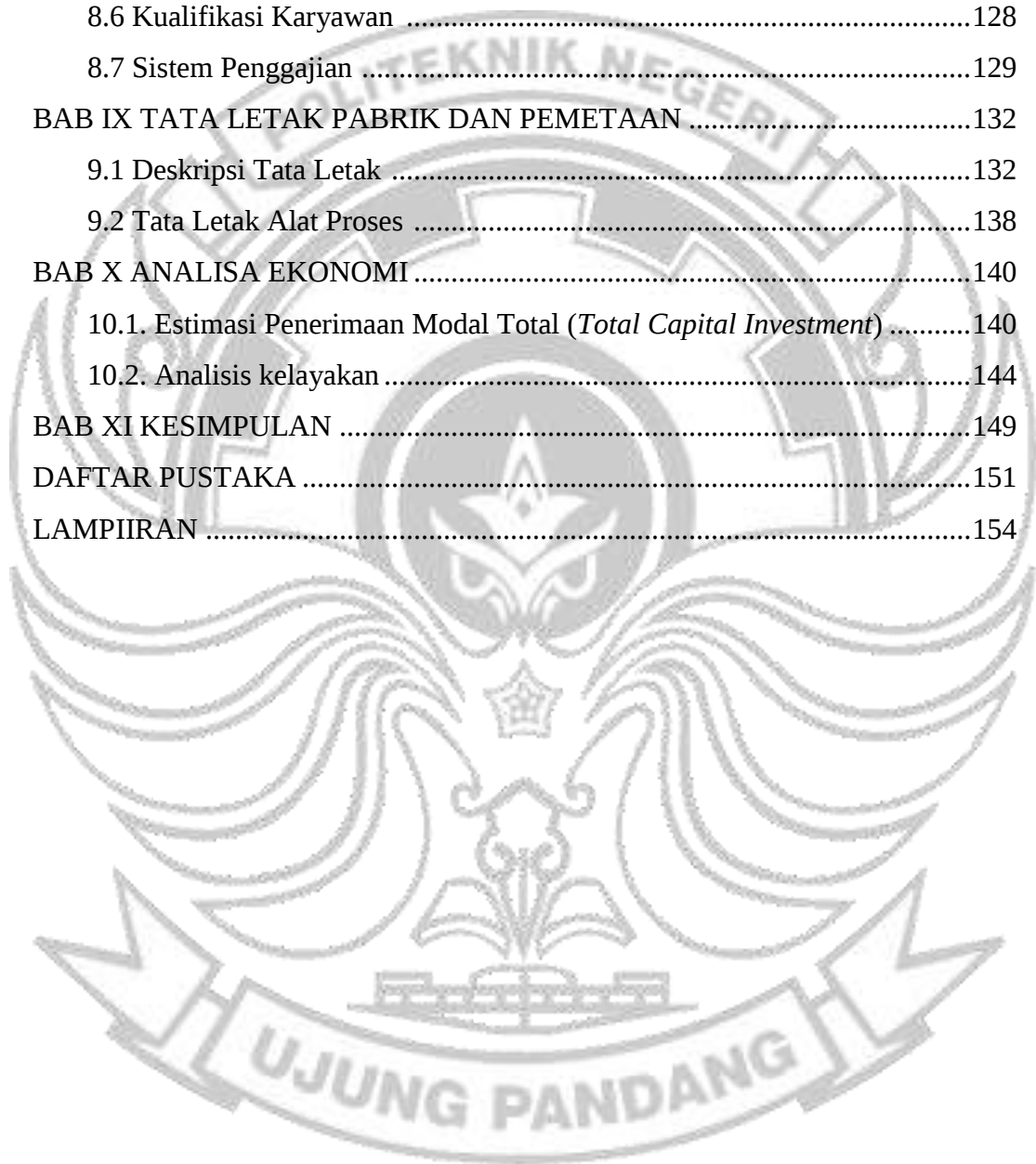
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENERIMAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
SURAT PERNYATAAN.....	xxi
RINGKASAN	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan	15
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	9
1.4 Tinjauan Pustaka.....	23
BAB II DESKRIPSI PROSES	19
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	19
2.2 Konsep Proses.....	20
2.3 Langkah Proses.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Diagram Alir Proses.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Flow Sheet dasar	28
BAB III NERACA MASSA	30
3.1 Reaktor 1 (R-01)	30
3.2 Mixer (M-01)	Error! Bookmark not defined.
3.3 Reaktor 2 (R-02)	31
3.4 Expansion Valve (EV-01).....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Tangki Adsorpsi (TP-01).....	32
3.6 Filter Gravitasi (F-01).....	33
3.7 Reaktor 3 (R-03)	Error! Bookmark not defined.
3.8 Mixer H ₂ SO ₄ (M-02)	34

3.9 Centrifuge (CG-01).....	36
3.10 Rotary Vacum Dryer (RD-01)	36
BAB IV NERACA PANAS.....	39
4.1 Heater (H-01).....	39
4.2 Mixer NaOH (M-01).....	39
4.3 Heater (H-02).....	40
4.4 Reaktor (R-01)	40
4.5 Compressor (CP-01)	41
4.6 Cooler (C-01).....	41
4.7 Condensor (CD-01).....	41
4.8 Compressor (CP-02)	42
4.9 Cooler (C-02).....	42
4.10 Expansion Valve (EV-01).....	43
4.11 Heater (H-03).....	43
4.12 Reaktor (R-02)	43
4.13 Expansion Valve (EV-02).....	44
4.14 Cooler (C-03).....	44
4.15 Bin Regenerasi Karbon Aktif (BR-01)	45
4.16 Cooler (C-04).....	45
4.17 Condensor (CD-02).....	45
4.18 Heater (H-04).....	46
4.19 Mixer H ₂ SO ₄ (M-02)	46
4.20 Reaktor (R-03)	47
4.21 Cooler (C-05).....	47
4.22 Rotary Vacum Dryer (RD-01)	48
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	49
5.1 Bin Penyimpanan NaOH (B-01).....	49
5.2 Bin Karbon Aktif (B-02).....	49
5.3 Bin Asam Salisilat (B-03).....	50
5.4 Bin Regenerasi Karbon Aktif (BR-01)	51
5.5 Tangki Fenol (T-01).....	51

5.6 Tangki Karbon Dioksida CO ₂ (T-02).....	52
5.7 Tangki Asam Sulfat (T-03).....	53
5.8 Mixer NaOH (M-01).....	53
5.9 Mixer Asam Sulfat H ₂ SO ₄ (M-02).....	54
5.10 Tangki Pencucian Karbon Aktif (TP-01).....	55
5.11 Reaktor (R-01)	56
5.12 Reaktor (R-02)	57
5.13 Reaktor (R-03)	58
5.14 Rotary Vakum Dryer (RVD-01)	59
5.15 Centrifuge (C-01).....	60
5.16 Filter Gravity (F-01)	60
5.17 Heater Fenol (HE-01)	61
5.18 Heater NaOH (HE-02).....	62
5.19 Heater CO ₂ (HE-03).....	63
5.20 Heater (HE-04)	63
5.21 Cooler (C-01).....	64
5.22 Cooler (C-02).....	65
5.23 Cooler (C-03).....	65
5.24 Cooler (C-04).....	66
5.25 Cooler (C-05).....	67
5.26 Pompa (P-01)	67
5.27 Pompa (P-02)	68
5.28 Pompa (P-03)	68
5.29 Pompa (P-04)	68
5.30 Pompa (P-05)	69
5.31 Pompa (P-06)	69
5.32 Pompa (P-07)	70
5.33 Pompa (P-08)	70
5.34 Pompa (P-09)	71
5.35 Pompa (P-10)	71

5.36 Screw Conveyer (SC-01).....	71
5.37 Screw Conveyer (SC-02).....	72
5.38 Screw Conveyer (SC-03).....	73
5.39 Screw Conveyer (SC-04).....	73
5.40 Screw Conveyer (SC-05).....	74
5.41 Screw Conveyer (SC-06).....	74
5.42 Screw Conveyer (SC-07).....	75
5.43 Bucket Elevator (BE-01)	76
5.44 Bucket Elevator (BE-02)	76
5.45 Bucket Elevator (BE-03)	77
5.46 Bucket Elevator (BE-04)	77
5.47 Expansion Valve (EV-01).....	78
5.48 Expansion Valve (EV-02).....	78
5.49 Compressor (CP-01)	79
5.50 Compressor (CP-02)	79
5.51 Kondensor (CD-01)	80
5.52 Kondensor (CD-02)	80
BAB VI UTILITAS	82
6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	82
6.2 Unit Pembangkit Steam (<i>Steam Power Unit</i>)	83
6.3 Unit Pengadaan listrik (<i>Power Plant System</i>).....	87
6.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar	90
6.5 Unit Pengolahan Limbah	91
6.6 Spesifikasi Alat Utilitas	91
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	96
7.1 Instrumentasi.....	96
7.2 Keselamatan Kerja	98
7.3 Fasilitas dan Jaminan Sosial	102
7.4 Identifikasi Bahaya dan <i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	104
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI	115
8.1 Bentuk Perusahaan.....	115

8.2 Struktur Organisasi	116
8.3 Tugas dan Wewenang.....	119
8.4 Pembagian jam kerja karyawan	124
8.5 Status Karyawan	126
8.6 Kualifikasi Karyawan	128
8.7 Sistem Penggajian	129
BAB IX TATA LETAK PABRIK DAN PEMETAAN	132
9.1 Deskripsi Tata Letak	132
9.2 Tata Letak Alat Proses	138
BAB X ANALISA EKONOMI	140
10.1. Estimasi Penerimaan Modal Total (<i>Total Capital Investment</i>)	140
10.2. Analisis kelayakan	144
BAB XI KESIMPULAN	149
DAFTAR PUSTAKA	151
LAMPIRAN	154



**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM SALISILAT MELALUI PROSES
KARBOKSILASI FENOL DENGAN METODE
KOLBE-SCHMITT KAPASITAS 4.000 TON/TAHUN**

RINGKASAN

Asam salisilat ($C_7H_6O_3$) merupakan bahan kimia yang memiliki peranan penting dalam industri farmasi dan kosmetik. Dalam bidang farmasi, asam salisilat digunakan sebagai bahan baku sintesis aspirin (*asetilsalisilat*) dan berbagai obat anti-inflamasi. Sementara dalam industri kosmetik, asam salisilat banyak dipakai sebagai bahan aktif produk perawatan kulit, terutama untuk mengatasi jerawat, eksfoliasi, dan perawatan kulit berminyak. Pendirian pabrik asam salisilat ini ditujukan untuk mendukung kebutuhan industri dalam negeri yang terus meningkat, sekaligus membuka peluang ekspor ke negara tetangga seperti Malaysia, Filipina, Singapura, Jepang dan Korea.

Pabrik asam salisilat direncanakan didirikan di Kawasan Industri Krakatau (KIK), Cilegon, Provinsi Banten dengan kapasitas produksi 4.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari/tahun. Produk samping yang dihasilkan berupa natrium sulfat (Na_2SO_4) yang masih memiliki nilai ekonomis karena dapat dimanfaatkan dalam industri deterjen, tekstil, dan pulp & paper.

Proses yang digunakan adalah metode Kolbe-Schmitt, di mana fenol direaksikan dengan natrium hidroksida ($NaOH$) membentuk natrium fenolat, kemudian direaksikan dengan gas CO_2 tekanan 4,93 atm dan suhu $190^\circ C$ untuk menghasilkan natrium salisilat. Tahap akhir adalah proses pengasaman menggunakan H_2SO_4 . Kemudian Tahap pemurnian melalui proses sentrifugasi dan *rotary vakum dryer* menghasilkan asam salisilat dengan kemurnian 99,5%.

Kebutuhan bahan baku utama untuk kapasitas produksi ini adalah fenol sebanyak 3255 ton/tahun, $NaOH$ 50% (1538 ton/tahun), CO_2 (1624 ton/tahun), serta H_2SO_4 60% (1754 ton/tahun).

Pada utilitas kebutuhan air sarana sebanyak 1.071 kg/jam, kebutuhan air pendingin (55463,4 kg/jam), kebutuhan air proses (370,76 kg/jam), dan kebutuhan air boiler (253,32 kg/jam).

Perusahaan berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff. Perusahaan dipimpin oleh seorang direktur dengan dukungan tenaga kerja sebanyak 104 orang yang terbagi ke dalam bagian produksi, pemeliharaan, administrasi, serta penelitian dan pengembangan (R&D) untuk mendukung kualitas produk sesuai standar farmasi dan kosmetik.

Hasil perhitungan analisa ekonomi menunjukkan Break Event Point (BEP) sebesar 55%, Return on Investment (ROI) sebesar 16 %, dan Pay Out Time (POT) selama 4 tahun. Analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik asam salisilat dengan kapasitas 4.000 ton/tahun layak (feasible) didirikan.

PRELIMINARY DESIGN OF SALICYLIC ACID PLANT THROUGH PHENOL CARBOXYLATION USING KOLBE-SCHMITT METHOD WITH A CAPACITY OF 4,000 TONS/YEAR

SUMMARY

Salicylic acid ($C_7H_6O_3$) is a chemical compound with significant importance in the pharmaceutical and cosmetic industries. In pharmaceuticals, salicylic acid is used as a key raw material for the synthesis of aspirin (acetylsalicylic acid) and various anti-inflammatory drugs. In cosmetics, it serves as an active ingredient in skincare products, particularly for acne treatment, exfoliation, and oily skin care. The establishment of this salicylic acid plant aims to meet the growing domestic demand while also creating export opportunities to neighboring countries such as Malaysia, Philippines, Singapore, Japan, and Korea.

The plant is planned to be located in the Krakatau Industrial Area (KIK), Cilegon, Banten Province, with a production capacity of 4,000 tons per year and an operating schedule of 330 days per year. The process generates a valuable by-product, sodium sulfate (Na_2SO_4), which can be utilized in detergent, textile, and pulp & paper industries.

The production process uses the Kolbe-Schmitt method, where phenol is reacted with sodium hydroxide (NaOH) to form sodium phenolate, which is then reacted with CO_2 gas at a pressure of 4.93 atm and a temperature of $190^\circ C$ to produce sodium salicylate. The final step is the acidification process using H_2SO_4 , followed by a purification stage involving centrifugation and a rotary vacuum dryer to produce salicylic acid with a purity of 99.5%.

The main raw material requirements for this production capacity are: phenol (3,255 tons/year), 50% NaOH (1,538 tons/year), CO_2 (1,624 tons/year), and 60% H_2SO_4 (1,754 tons/year).

As for utility requirements, they include: utility water (1,071 kg/h), cooling water (55,463.4 kg/h), process water (370.76 kg/h), and boiler feed water (253.32 kg/h).

The company is established as a limited liability company (PT) with a line-and-staff organizational structure, led by a director and supported by 104 employees. The workforce is divided into production, maintenance, administration, and research & development (R&D) divisions to ensure product quality in compliance with pharmaceutical and cosmetic standards.

The results of the economic analysis show a Break-Even Point (BEP) of 55%, a Return on Investment (ROI) of 16%, and a Pay Out Time (POT) of 4 years. The economic analysis indicates that a salicylic acid plant with a capacity of 4,000 tons/year is feasible to establish.

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk salah satu negara berkembang yang disebut dengan industri FMCG (*Fast Moving Consumer Good*) yang telah banyak melakukan pengembangan di segala bidang, salah satunya adalah terjadinya pergeseran pada pemilihan produk makanan, perawatan tubuh dan kecantikan. FMCG ini memberikan peluang besar bagi Indonesia dalam pertumbuhan pasar. Salah satu bahan utama yang digunakan dalam industri FMCG yaitu asam salisilat. Asam salisilat merupakan bahan kimia yang cukup penting bagi penggunaan sehari-hari serta memiliki nilai ekonomis yang tinggi, salah satunya sebagai bahan baku yang paling banyak digunakan pada pembuatan obat-obatan dan kecantikan. Pembangunan dan perluasan industri kimia Indonesia merupakan salah satu usaha konstruksi jangka panjang nasional.

Diketahui bahwa, asam salisilat merupakan asam yang bersifat iritan lokal yang dapat digunakan secara tropikal. Asam salisilat bisa digunakan untuk bahan intermediet dari pembuatan obat-obatan contohnya obat analgesik dan antiseptik serta untuk keperluan bahan baku farmasi. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asam salisilat di Indonesia terdiri dari fenol (C_6H_6O), natrium hidroksida ($NaOH$), karbon dioksida (CO_2), dan asam sulfat (H_2SO_4).

Pemilihan fenol sebagai bahan baku utama dalam pembuatan asam salisilat karena, memiliki reaktivitas kimia yang tinggi, serta tersedia dalam jumlah besar dengan harga yang relatif terjangkau. Hal ini yang mendasari dalam pemilihan proses, yaitu proses kolbe-schmitt. Dimana, proses kolbe-shmitt merupakan proses yang paling sering digunakan untuk mensintesis asam salisilat. Dengan cara mereaksikan fenol dan natrium hidroksida.

Peningkatan pemanfaatan bahan baku asam salisilat oleh industri tiap tahunnya bertambah. Berdasarkan Badan Pusat Statistika (BPS) dapat dilihat bahwa pengimporan terbanyak asam salisilat pada tahun 2022 berada pada kisaran 704,471 ton/tahun., Namun, sampai saat ini industri asam salisilat di Indonesia belum ada, sehingga Indonesia masih bergantung pada impor untuk memenuhi permintaan pasar. Dengan mendirikan pabrik ini, ketergantungan terhadap impor dapat dikurangi, sehingga menghemat devisa negara dan meningkatkan kemandirian industri kimia nasional.

Selain itu, kapasitas 4.000 ton/tahun juga mempertimbangkan potensi ekspor ke beberapa negara tetangga seperti Jepang, Malaysia, Korea, Filipina, dan Singapura, yang memiliki permintaan tinggi terhadap asam salisilat. Dengan kelebihan kapasitas setelah memenuhi kebutuhan dalam negeri, pabrik ini dapat menjangkau pasar internasional dan berkontribusi dalam meningkatkan devisa negara.

Fenol diproduksi oleh PT. Kumenindo Kridanusa, PT. Metropolitan Phenol Pratama, PT. Batu Penggal Chemical Industri, PT. Lambang Tri Usaha. Natrium hidroksida diproduksi oleh PT. Asahimas Subentra Chemicals dan PT. Sulfindo Adiusaha dengan kapasitas. Karbon dioksida diproduksi oleh PT. Petrokimia Gresik, PT. Molindo Inti Gas, dan PT. Pertamina RU IV Balongan. Asam sulfat 98% diproduksi oleh PT. Indo Sukses Sentra Usaha. Dapat dilihat bahwa pemenuhan bahan baku asam salisilat di Indonesia mudah terpenuhi karena semuanya berada dalam negeri, hal ini dapat dimanfaatkan dengan baik.

Sehingga, pemenuhan bahan baku dalam negeri memberikan dampak yang baik terutama dapat menghemat biaya dari pengurangan jumlah impor yang ada pada saat ini. Selain itu, pendirian pabrik diharapkan dapat memberikan lowongan pekerjaan baru bagi penduduk sekitar dan meningkatkan kesejahteraan.

1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan

Dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik, salah satu pertimbangan adalah perkiraan permintaan produk secara aktual. Sehingga, kebutuhan asam salisilat di Indonesia harus diproyeksikan. Pertimbangan lainnya adalah ketersediaan bahan baku serta bahan pendukungnya.

1. 2. 1 Kebutuhan dalam Negeri

1. Impor Asam Salisilat

Selama ini, pemenuhan kebutuhan asam salisilat hanya mengandalkan impor dari negara lain. Kebutuhan asam salisilat yang diperlukan di Indonesia berdasarkan data impor ditunjukkan pada tabel 1.1 sebagai berikut :

Table 1. 1 Data Import Asam Salisilat

No.	Tahun	Impor (ton)
1.	2019	618,793
2.	2020	474,766
3.	2021	570,522
4.	2022	704,471
5.	2023	589,990

Sumber: Data BPS Tahun 2024

Menurut tabel 1.1 impor asam salisilat di Indonesia mengalami kenaikan dari tahun 2020 hingga 2022. Kenaikan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pandemi COVID-19 yang mendorong permintaan produk perawatan kulit, farmasi, dan antiseptik, yang menggunakan asam salisilat sebagai bahan baku utama. Sehingga, penentuan kapasitas produksi pabrik dapat diperhitungkan menggunakan data kebutuhan pasar asam salisilat di Indonesia yang terdapat pada tabel 1.1.

1. 2. 2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku asam salisilat terdiri dari fenol, natrium hidroksida, karbon dioksida, dan asam sulfat. Di Indonesia terdapat perusahaan yang memproduksi masing- masing bahan baku tersebut, antara lain :

Table 1. 2 Ketersediaan Bahan Baku di Indonesia

Bahan Baku	Nama Industri	Lokasi	Kapasitaas (Ton/Tahun)
Fenol	PT. Kumenindo Kridanusa	Indramayu, Jawa Barat	120.000
	PT. Metropolitan Phenol Pratama	Serang, Jawa Barat	40.000
	PT. Batu Penggal Chemical Industri	Samarinda, Kalimantan Timur	35.000
	PT Lambang Tri Usaha	Cibitung, Bekasi, Jawa Barat	50.000
Natrium Hidroksida	PT Asahimas Subentra Chemicals	Cilegon, Banten	700.000
	PT Sulfindo Adiusaha	Serang, Banten	215.000
	PT Indo Sukses Sentra Usaha	Cilegon, Banten	80.000
Asam Sulfat	PT Petrokimia Gresik	Gresik, Jawa Timur	1.170.000
	PT Petro Jordan Abadi	Gresik, Jawa Timur	600.000

Sumber: CCI Indonesia

Dilihat dari tabel 1.2 bahwa diharapkan pada tahun 2030 bahan baku dapat memenuhi kebutuhan asam salisilat yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Sehingga Indonesia dapat mengurangi kebutuhan impor dan dapat meningkatkan pendapatan nasional.

1. 2. 3 Kapasitas Pabrik yang Telah Ada

Di lingkup Internasional, beberapa pabrik yang memproduksi asam salisilat antara lain :

Table 1. 3 Daftar Perusahaan produksi Asam Salisilat di Dunia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
-------------	--------	-----------------------

Zhenjiang Gaopeng Pharmaceutical Co., Ltd.	China	10.000
Hebei Jingye Group	China	10.000
Shandong Xinhua Longxin Chemical Co., Ltd.	China	12.000
Nanjing Huafeng Chemical Co., Ltd	China	4.500
JQC (Huayin) Pharmaceutical Co., Ltd.	China	3.500

Sumber : mordorintelligence

1. 2. 4 Penentuan Kapasitas Rancang

Perhitungan kapasitas didapat dari data pendukung seperti data impor suatu produk dengan rumus sebagai berikut :

$$i = (\sum \%P/n) \quad (1.1)$$

$$m = P(1 + i)^n \quad (1.2)$$

$$m3 = (m4 + m5) - (m1 + m2) \quad (1.3)$$

Peter and Timmerhaus, 2003

dimana;

P = Data besarnya kebutuhan pada tahun terakhir

i = Parameter kenaikan kebutuhan produk rata-rata

n = Selisih tahun pendirian pabrik dan tahun data terakhir (2030-2025 = 5)

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

Ket :

m1 = Nilai impor pada tahun 2030 (m1=0)

m2 = Produksi pabrik dalam negeri (m2=0)

m3 = Kapasitas pabrik yang akan didirikan

m4 = Nilai ekspor pada tahun 2030

m5 = Nilai kebutuhan dalam negeri tahun 2030

Penentuan kapasitas produksi asam salisilat ditentukan sesuai dengan kebutuhan dalam Negeri. Berikut ini nilai impor asam salisilat dan pertumbuhan rata-rata di setiap tahunnya. Berdasarkan tabel 1.4 maka dapat diperkirakan jumlah kapasitas produksi asam salisilat pada tahun 2030 saat pabrik didirikan, yaitu dengan menggunakan metode *discounted method*. Data impor asam salisilat dan pertumbuhan rata-rata dapat dilihat pada tabel 1.4.

Table 1. 4 Data Impor dan Pertumbuhan Asam Salisilat

Tahun	Impor	
	Jumlah (Ton)	Pertumbuhan
2019	618,793	0
2020	474,766	-0,232754734
2021	570,522	0,201690938
2022	704,471	0,234783234
2023	589,990	-0,162506335
Rata-Rata	591,7084	0,010303276

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2024

kapasitas produksi pabrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

1. Perkiraan konsumsi pada tahun 2030

$$\begin{aligned}
 m5 &= P (1 + i)^n \\
 &= 589,990 (1 + 0,010303276)^5 \\
 &= 621,01695 \text{ Ton/tahun}
 \end{aligned}$$

2. Peluang kapasitas pabrik asam salisilat pada tahun 2030

$$\begin{aligned}
 m3 &= (m4 + m5) - (m1 + m2) \\
 &= (3379 + 621,01695) - (0 + 0)
 \end{aligned}$$

= 4.000 Ton/tahun

= 4.000Ton/tahun

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, perkiraan kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2030 yaitu 4.000 ton/tahun.

Table 1. 5 Data Impor Asam Salisilat di Berbagai Negara

Tahun	Kebutuhan Impor (Ton/Tahun)				
	2019	2020	2021	2022	2023
Jepang	960,481	804,848	695,015	874,54	859,93
Malaysia	923,007	582,92	945,16	1899,455	504,241
Filipina	363,348	330,361	472,801	448,784	462,937
Korea	350,525	351,875	465,629	338,703	417,635
Singapura	79,713	69,237	89,629	75,964	73,497
Total	2677,074	2139,241	2668,234	3637,446	2318,24

Sumber : UN Comtrade, 2024

Berdasarkan tabel 1.5 di atas maka dapat dikatakan bahwa kebutuhan asam salisilat setiap tahunnya cukup banyak sehingga pabrik asam salisilat berpotensi didirikan dengan pasar yang luas di berbagai negara. Penentuan kapasitas pabrik ini didasarkan pada perbandingan kapasitas pabrik asam salisilat yang telah ada, berdasarkan data impor asam salisilat di Indonesia tabel 1.1 , serta data kebutuhan asam salisilat di berbagai negara tabel 1.5. Pada tabel 1.3 dapat dilihat bahwa kapasitas terkecil pabrik asam salisilat di dunia, yaitu 3.500 ton/tahun. Sedangkan data impor Indonesia pada tahun 2030 sebesar 621 ton/tahun. Oleh sebab itu, kapasitas pabrik asam salisilat yang akan didirikan sebesar 4000 ton/tahun dengan pemenuhan kebutuhan dalam negeri sebesar 621 ton/tahun, dan sisanya sebanyak 3379 ton/tahun dapat di ekspor ke beberapa negara tetangga, seperti Jepang, Singapura, Korea, Filipina, dan Malaysia.

Pengambilan kapasitas pabrik sebanyak 100% berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

1. Menghemat devisa negara yang cukup besar, karena berkurangnya impor asam salisilat dan mengurangi ketergantungan terhadap negara lain.
2. Dapat mengatasi masalah kekurangan pasokan yang sering terjadi akibat ketergantungan impor.
3. Dengan kapasitas produksi yang melebihi kebutuhan dosmetik, maka dapat membuka peluang ekspor ke Negara tetangga.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Dasar pemilihan lokasi pabrik dari suatu perusahaan sangat penting dalam kaitannya dengan pembangunan ekonomi dan sosial masyarakat, karena akan memberikan pengaruh penting terhadap kinerja perusahaan dalam menentukan kualitas hidupnya. Beberapa pertimbangan yang diperlukan untuk pemilihan lokasi pabrik antara lain, pabrik dekat dengan sumber bahan baku, letak dengan pasar penunjang, transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial dan kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Pabrik asam salisilat ini direncanakan akan didirikan di Kota Cilegon, Provinsi Banten, Jawa. Berikut ini adalah peta daerah lokasi pabrik:



Gambar 1. 1 Lokasi Pabrik Asam Salisilat

Sumber : Earth google

1. 3. 1 Faktor Penentuan Lokasi Pabrik

1. Ketersediaan Bahan Baku dan Lokasi Pemasaran

Lokasi pasokan bahan baku dan lokasi pemasaran merupakan hal yang penting untuk dijadikan pertimbangan dalam pemilihan lokasi suatu pabrik. Pabrik dapat didirikan dengan orientasi lokasi mendekati sumber bahan baku untuk mempermudah supply bahan baku yang kontinyu, atau mendekati pasar penjualan produk untuk mempermudah distribusi produk. Jika dibandingkan dengan perencanaan lokasi bahan baku menjadi bagian utama dibandingkan dengan lokasi pemasaran. Hal ini dikarenakan perbandingan massa bahan baku dan produk yang cukup besar sehingga dibutuhkan usaha yang lebih untuk memindahkan bahan baku.

Bahan baku dari pabrik ini adalah fenol dengan kemurnian 99,99% yang tersedia dalam jumlah besar dari PT. Kumenindo Kridanusa dengan kapasitas produksi 120.000 ton/tahun di Indramayu, Jawa Barat, PT. Metropolitan Phenol Pratama dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun, PT. Lambang Tri Usaha Industri dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun, PT. Batu Penggal Chemical Industri dengan kapasitas produksi 35.000 ton/tahun. Natrium hidroksida dengan kemurnian 98% diperoleh dari PT Asahimas Subentra Chemicals dengan kapasitas produksi sebesar 700.000 ton/tahun di Cilegon. Asam sulfat dengan kemurnian 98% diproduksi oleh PT Indo Sukses Sentra Usaha dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun di Cilegon. Meskipun pabrik ini didirikan dengan orientasi bahan baku, pemasaran produk tetap menjadi perhatian. Pemasaran produk ini dapat didistribusikan melalui jalur darat dan laut.

2. Utilitas

Suatu pabrik dapat beroperasi karena bergantung dengan keberadaan sumber energi, sumber air, dan berbagai utilitas lainnya. Sumber energi berupa sumber listrik dan bahan bakar diperlukan untuk operasional mesin-mesin pabrik, sedangkan air diperlukan untuk keperluan proses, pembersih, pendingin (cooler), dan sebagainya. Karena itu, pabrik harus didirikan di lokasi yang memiliki ketersediaan sumber energi, air, dan sumber daya lain yang memadai. Jika dilihat sumber energi pabrik dapat dipasok oleh PLTU Suralaya yang berada di Cilegon. PLTU Suralaya merupakan pembangkit tenaga listrik berbahan bakar batu bara terbesar di Indonesia. Sumber air dapat diperoleh dari air Kawasan Industri Krakatau (KIK), Cilegon.

3. Infrastruktur

Di Sekitar lokasi pabrik asam salisilat di Jl.Suralaya, Kec.Pulomerak, Kota Cilegon, Banten, terdapat beberapa informasi terkait infrastruktur transportasi yang penting. Lokasi pabrik asam salisilat relatif dekat dengan pelabuhan Indah Kiat Merak dengan jarak $\pm 8,6$ km dari lokasi pabrik dan dapat ditempuh dalam waktu sekitar 15-20 menit. Rute terdekat dari cilegon dengan melalui Tol Merak-Jakarta untuk menuju ke Bandara Udara Internasional Soekarno-Hatta, dan dapat ditempuh dalam waktu ± 2 jam tergantung pada kondisi lalu lintas.

Dengan demikian, lokasi pabrik asam salisilat memiliki banyak akses yang cukup baik ke infrastruktur transportasi utama seperti pelabuhan, jalan tol, dan bandara, yang dapat mendukung aktivitas logistik dan distribusi dari pabrik tersebut.

4. Sumber Daya Manusia (SDM)

Sumber daya manusia yang tersedia juga menjadi salah satu aspek pertimbangan pemilihan lokasi pabrik. Tenaga kerja merupakan pelaku utama dalam proses industri sehingga keberadaannya akan memperlancar jalannya proses produksi. Perlu dipertimbangkan mengenai

besarnya upah minimum regional di daerah berdirinya pabrik untuk menjamin terpenuhinya hak pegawai.

Jumlah penduduk di Cilegon sampai Maret 2024 sebanyak 455,62 jiwa terdiri dari laki-laki sejumlah 230,97 jiwa dan perempuan 224,83 jiwa (<https://cilegonkota.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTA2IzI=/-proyeksi-2020-2035--jumlah-penduduk-menurut-jenis-kelamin-di-kota-cilegon--ribu-jiwa-.html>). Upah minimum kota Cilegon sebesar Rp5.128.084,00 yang berasal dari Surat Keputusan Gubernur Banten, No. 471/Kep.293-Huk/2024 tentang penetapan upah minimum kabupaten/ kota se-Provinsi Banten(sumberhttps://disnaker.tangerangkota.go.id/assets/media/file/pengumuman/SK_UMK_BANTEN_2025_compressed.pdf) .

5. Kondisi Geografis

Kondisi tanah di daerah Cilegon relatif masih luas dan merupakan tanah datar sangat menguntungkan. Selain itu, Kota Cilegon merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan mengenai dampak lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik. Kondisi iklim tropis basah dengan dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau, juga perlu dipertimbangkan. Meskipun curah maksimum terjadi pada bulan Desember–Februari dengan Januari sebagai bulan terbasah dan curah hujan minimum berlangsung pada bulan Juli–September dengan Agustus sebagai bulan terkering.

1.4 Tinjauan Pustaka

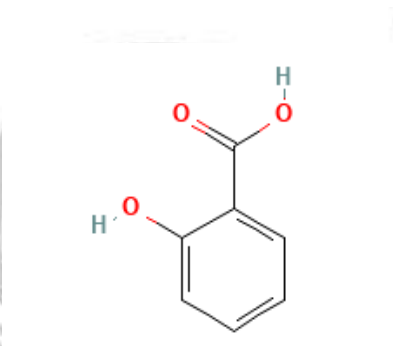
Asam salisilat merupakan zat organik berbentuk padatan tak memiliki warna atau putih dan berasa pahit, zat ini merupakan prekursor dalam metabolit asam asetilsalisilat (aspirin). Salisilat berasal dari kulit pohon willow. Bangsa Sumeria diketahui telah menggunakan obat-obatan yang berasal dari pohon willow untuk mengatasi rasa sakit sejak 4.000 tahun yang lalu.

Asam salisilat berbentuk kristal putih dengan rasa manis dan stabil di udara bebas.



Gambar 1. 2 Asam Salisilat ($C_7H_5O_3$)

Struktur molekul $C_7H_5O_3$ diilustrasikan pada gambar 1.3 berikut ini :



Gambar 1. 3 Struktur Molekul Asam Salisilat ($C_7H_5O_3$)

Asam salisilat kebanyakan digunakan sebagai obat-obatan dan sebagai bahan intermediet pada pabrik obat dan pabrik farmasi seperti aspirin dan beberapa turunannya. Sebagai antiseptik, asam salisilat merupakan zat yang mengiritasi kulit dan selaput lendir. Asam salisilat tidak diserap oleh kulit, tetapi membunuh sel epidermis dengan sangat cepat tanpa memberikan efek langsung pada sel dermis. Setelah pemakaian beberapa hari akan menyebabkan terbentuknya lapisan-lapisan kulit yang baru. Obat ini sangat spesifik untuk rematik akut yang dapat mencegah kerusakan jantung yang biasanya terjadi akibat rematik, tetapi menghilangkan sakit yang amat sangat secara keseluruhan, dan beberapa saat setelah pemakaiannya akan menurunkan temperatur tubuh kembali normal.

Pertimbangan Pemilihan Proses :

Asam salisilat dapat dibuat melalui beberapa alternatif proses yaitu proses Kolbe dan proses Kolbe-Schmitt. Berikut adalah uraian masing-masing proses tersebut.

a. Proses Kolbe

Tahun 1859 Kolbe menunjukkan proses sintesis asam dengan cara mereaksikan fenol dan karbon dioksida dengan adanya logam natrium. Pada periode awal ini, satu-satunya mekanisme praktis untuk memproduksi asam salisilat dalam jumlah besar adalah dengan saponifikasi metil salisilat yang diperoleh dari daun wintergreen atau kulit sweet birch.

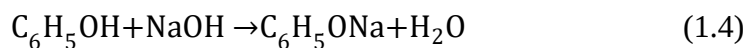
Proses sintesis komersial yang cocok pertama diperkenalkan oleh Kolbe pada tahun 1874 dan merupakan mekanisme yang paling umum digunakan di tahun 1900-an. Pada proses Kolbe bahan baku berupa fenol dan natrium hidroksida direaksikan, reaksi dilakukan pada reaktor pada pengadukan yang konstan, kemudian diuapkan dan dilakukan pengeringan yang bertujuan untuk mengurangi kadar air. Produk yang dihasilkan berupa sodium phenolate, sodium phenolate yang telah kering kemudian dihancurkan dan direaksikan dengan karbon dioksida pada suhu 100°C, setelah itu suhu akan naik secara perlahan hingga mencapai 200 °C dengan tekanan 6 atm, produk yang dihasilkan pada proses ini adalah crude sodium salicylate.

Crude sodium salicylate dilarutkan dengan air dan dilakukan pengendapan dengan mineral acid, seperti asam sulfat, penambahan asam berfungsi untuk mengendapkan asam salisilat yang kemudian dilakukan pemurnian. Pada proses ini hasil asam salisilat yang mungkin diproduksi adalah 50%. Hal tersebut dikarenakan selain reaksinya yang reversibel pada proses ini. (Kirk and Othmer, 2001)

b. Proses Kolbe-Schmitt

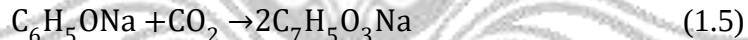
Proses Kolbe-Schmitt adalah proses lanjutan yang telah dilakukan oleh Kolbe dan Lauteman. Proses Kolbe-Schmitt merupakan proses yang paling sering digunakan untuk mensintesis asam

salisilat. Pada proses Kolbe–Schmitt, produk berupa asam salisilat dihasilkan dengan cara mereaksikan fenol (C_6H_5OH) dengan natrium hidroksida ($NaOH$). Reaksinya adalah:

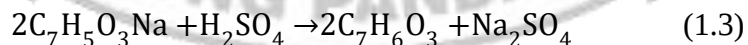


$NaOH$ yang digunakan untuk tahapan reaksi ini adalah 50-70% (w/w). Sehingga $NaOH$ padatan yang dibeli harus diencerkan terlebih dahulu dengan menambahkan air dengan perbandingan 1:1. Rasio molar reaksi yang digunakan antara fenol dengan natrium hidroksida yaitu 1:1, selain menghasilkan sodium phenolate, reaksi tersebut juga akan menghasilkan produk samping berupa air (H_2O). Kemudian dilakukan proses pengeringan, untuk menghilangkan kandungan air yang masih tinggi pada Sodium phenolate (C_6H_5ONa) sebelum dilakukan proses selanjutnya.

Sodium phenolate (C_6H_5ONa) yang sudah kering dan karbon dioksida dimasukkan ke dalam reaktor. Reaksi yang terjadi:



Sehingga membentuk sodium salicylate pada suhu $100^\circ C$, setelah itu suhu akan naik secara perlahan hingga mencapai $170^\circ C$ pada tekanan 5 bar. Sodium salicylate ($C_6H_4(OH)(COONa)$) yang terbentuk dilarutkan dengan menggunakan air dengan penambahan karbon aktif untuk menghilangkan warna kuning hasil dari karboksilasi. Sodium salicylate yang terbentuk, kemudian dilakukan pengasaman dengan penambahan mineral acid seperti asam sulfat (H_2SO_4). Reaksi yang terjadi:



Pengasaman sendiri dilakukan pada dissolving tank setelah itu, sodium salicylate masuk ke dalam centrifuge dan rotary dryer sehingga menghasilkan asam salisilat (Kirk-Othmer, 2001). Yield yang dihasilkan dari proses Kolbe–Schmitt mencapai 95%. Kemurnian asam salisilat yang

didapat dari proses ini adalah 99,5% dan 0,5% merupakan produk samping yang terdiri dari 4-HBA (4- hydroxybenzoic acid) (Surgeev E.E., et al, 2023).

Table 1. 6 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Salisilat

	Macam Proses	
	Kolbe	Kolbe-Schmitt
Penemu	Diperkenalkan oleh Hermann Kolbe pada tahun 1859.	Dikembangkan lebih lanjut oleh Kolbe dan Lauteman sebagai perbaikan dari proses Kolbe.
Bahan baku utama	Phenol, Natrium Hidroksida, Karbon dioksida, asam sulfat	Phenol, Natrium Hidroksida, Karbon dioksida, asam sulfat
Reaksi Utama	1. Fenol bereaksi dengan NaOH membentuk sodium phenolate. 2. Sodium phenolate direaksikan dengan CO ₂ membentuk sodium salisilat	1. Fenol bereaksi dengan NaOH membentuk sodium phenolate. 2. Sodium phenolate direaksikan dengan CO ₂ membentuk sodium salisilat
Pemurnian	- Sodium salisilat dilarutkan dengan air - Pengendapan dengan mineral acid seperti H ₂ SO ₄ untuk menghasilkan asam salisilat.	- Sodium salisilat dilarutkan dengan air dan karbon aktif ditambahkan untuk menghilangkan warna kuning. - Setelah penambahan karbon aktif, pengasaman dilakukan dengan H ₂ SO ₄ di dissolving tank.
Temperatur Operasi	183-200°C	165-175°C
Tekanan	4-6 atm	4-6 atm
Yield	Rendah, sekitar 50% karena reaksi bersifat reversible	Tinggi, hingga 95%, karena kondisi reaksi lebih optimal

Dari tabel 1.6 dipilih proses yang kedua yaitu pembuatan asam salisilat dengan proses Kolbe-Schmitt dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Yield yang diperoleh pada proses Kolbe sebesar 50% sedangkan yield pada proses Kolbe-Schmitt adalah 95%, hal ini menandakan bahwa yield pada proses Kolbe-Schmitt lebih tinggi dari pada proses Kolbe sehingga produk yang didapat akan lebih banyak.

2. Karena yield yang diperoleh pada proses Kolbe-Schmitt lebih besar sehingga produk yang dihasilkan akan lebih besar. Hal tersebut juga berpengaruh terhadap keuntungan yang akan diperoleh, semakin banyak produk yang dihasilkan maka keuntungan juga akan semakin besar.
3. Pada proses Kolbe suhu yang digunakan lebih besar yaitu 200°C yang berdampak pada penggunaan energi yang lebih besar, sedangkan pada proses Kolbe-Schmitt suhu yang digunakan sebesar 175°C .



BAB XI KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan prarancangan pabrik asam salisilat melalui proses karboksilasi fenol dengan metode kolbe-schmitt kapasitas 4.000 ton/tahun, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pabrik asam salisilat kapasitas 4000 ton/tahun direncanakan untuk memenuhi kebutuhan dalam industri farmasi, kosmetik, dan bahan kimia yang terus meningkat. Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) dan berlokasi di Kawasan Industri Krakatau (KIK), Cilegon, Banten, karena ketersediaan bahan baku, tenaga kerja, utilitas, dan sarana distribusi.
2. Proses produksi menggunakan reaksi Kolbe-Schmitt dengan bahan baku utama fenol, NaOH, dan CO₂, menghasilkan asam salisilat sebagai produk utama dan senyawa anorganik sebagai hasil samping. Alur proses digambarkan dalam flowsheet, terdiri atas tiga tahap reaksi dan dilengkapi dengan peralatan pendukung serta kondisi operasi.
3. Hasil perhitungan neraca massa menunjukkan kebutuhan bahan baku untuk menghasilkan produk asam salisilat sebesar 505,05 kg/jam atau setara dengan 4000 ton/tahun. Neraca panas memperlihatkan kebutuhan energi pemanasan dan pendinginan yang seimbang sehingga proses dapat berlangsung stabil.
4. Peralatan utama yang digunakan meliputi reaktor, heat exchanger, cooler, mixer, filter gravity, centrifuge, rotary vakum dryer, screw conveyer, belt elevator, expansion valve, compressor, kondensor, dan unit penyimpanan, yang didesain sesuai kapasitas produksi dan kondisi operasi.

5. Kebutuhan utilitas meliputi penyediaan air proses, air pendingin, listrik, steam, bahan bakar boiler, serta unit pengolahan limbah. Sistem utilitas dirancang untuk menunjang keberlangsungan operasi pabrik sekaligus memenuhi standar lingkungan.
6. Sistem instrumentasi dipasang untuk mengontrol suhu, tekanan, dan aliran dengan sensor otomatis, sehingga menjaga kestabilan proses. Aspek keselamatan kerja (K3) diterapkan melalui penyediaan APAR, hydrant, PPE, dan sistem evakuasi, serta upaya pengendalian pencemaran untuk melindungi lingkungan.
7. Struktur organisasi berbentuk line and staff dengan jumlah karyawan sebanyak 105 orang. Sistem kerja diatur dalam 4 shift agar pabrik dapat beroperasi selama 24 jam.
8. Tata letak pabrik disusun dengan memperhatikan alur proses, keamanan, jarak antar-unit, dan efisiensi biaya transportasi dalam pabrik. Lokasi fasilitas utilitas dan pengolahan limbah ditempatkan strategis untuk mendukung operasional.
9. Dari hasil analisis ekonomi, pabrik asam salisilat kapasitas 4000 ton/tahun dinyatakan layak untuk direalisasikan. Data kelayakan menunjukkan:
 - Return on Investment (ROI) : 16%
 - Pay Out Time (POT) : 4 tahun
 - Break Even Point (BEP) : 56%
 - Interest Rate of Return (IRR) : 32%

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. S., & Newton, R. D. (1955). Chemical Engineering Cost Estimation. New York: McGraw-Hill, Inc. <http://archive.org/details/chemicalengineer00arie>
- Badan Pusat Statistik. (2024). <https://www.bps.go.id/id>. Diakses pada 20 November 2024.
- Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). Process Equipment Design Handbook. John Wiley & Sons.
- Coulson, J. & Richardson, J. (1983). Chemical Engineering Design: Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer. 6th ed. Amsterdam: Elsevier.
- Ekawati Haryono, H. (2019). Kimia Dasar. Yogyakarta: Deepublish.
- Foye, W. O., Lemke, T. L. dan Williams, D. A. 1995. Principles of medicinal chemistry. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Geankoplis, C. J. (1993). Transport Processes and Unit Operations. 3th ed. United States of America: Prentice-Hall International Inc
- Gert Jansen, Bastholmen, Per Wolff, Birkerød. (1981). Chemical Process (U.S. Patent No. 4376768). Denmark. <https://patents.google.com/patent/US4376768>.
- Gunara, S. (2017). Buku Pedoman Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja: SCBD. <https://online.fliphtml5.com/ztrej/gflk/>.
- Kemenprin. https://tkdn.kemenperin.go.id/kapasitas.php?id=T2WoCe0ENIhz0-_j-WSbTDfUtyy4Q7vLuAYFv0RYKag.&pub=PuWof_o9nUINBBU7L3RZKVMOM-YJ--m5LkXIzPEolvY,&nama=nOX3JeeYpyoxUPT086sNiLn2DL0HchFU7te6fDcvnGc, Diakses pada tanggal 28 November 2024.
- Kern, D. Q. (1965). Process Heat Transfer. Japan: McGraw-Hill Book Company. <http://archive.org/details/KERNProcessHeatTransfer>
- Kirk, R.E. and Othmer, D. 1996. Concise Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 18, 4th edition. In Wiley. Hoboken, N.J : Wiley-Interscience
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 2001, "Encyclopedia of Chemical Technology", 4th ed., vol. 21, Interscience Publisher, John Wiley and Sons, New York.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 2001, "Encyclopedia of Chemical Technology", 4th ed., vol. 22, Interscience Publisher, John Wiley and Sons, New York.
- Mordor Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/salicylic-acid-market/companies>. Diakses pada 18 Januari 2025.
- National Library of Medicine, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>. Diakses pada tanggal 28 November 2024.

- Mcketta, J. J. (1986). Encyclopedia of Chemical Processing and Design. Marcel Dekker Inc
- Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en/chat> Diakses Pada Tanggal 14 Desember 2024
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. <https://jdih.kemnaker.go.id/katalog-1546-Peraturan%20Menteri.html>.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2021 Tentang Perjanjian Kerja Waktu Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja dan Waktu Istirahat dan Pemutusan Hubungan Kerja. <http://peraturan.bpk.go.id/Details/161904/pp-no-35-tahun-2021>.
- Perry, R. H., and Green, D. W., 1997, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 6 ed., Mc Graw Hill Book Co., Singapore.
- Perry, R.H., 1999, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 7th ed., New York, McGraw-Hill Book Company.
- Perry, R. H., Green, D. W., and James O. M., 2008, "Perry's Chemical Engineers Handbook", 8th Edition, McGraw Hill Book Company, New York.
- Peters, M. S. and Timmerhaus, K. D., 1991, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th ed., pp. 150-209; 618-686; 708-713, McGraw- Hill Book Company, Inc., New York.
- Powell, S.T. (1954). Water Conditioning For Industry (1st ed.). McGraw-Hill.
- PT. Citra Cendikia Indonesia. <https://cci-indonesia.com/perkembangan-produsen-produksi-ekspor-impor-suplai-caustic->. Diakses pada tanggal 28 November 2024.
- Sergeev, E. E., Rodikova, Y. A., & Zhizhina, E. G. (2024). Salicylic Acid Synthesis Methods: A Review. *Catalysis in Industry*, 16(3), 312-329.
- Sinnott, R. K. (2005). Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design. 4th ed. Vol.6. Oxford: Elsevier. https://www.academia.edu/37875648/Coulson_Richardsons_Chemical_Engineering_Vol_6_Chemical_Engineering_Design_4th_Edition
- Smith, J, M, and Van Ness, H, H. 1997. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 6 th ed., McGraw Hill International Book Company Singapore.
- Ulrich, G. D. (1984). A Guide to Chemical Engineering Process Design And Economics, John Wiley and Sons, New <https://doku.pub/download/ulrichguide-to-chemical-engineering-processdesign-and-economicspld4p19e88ln>
- United Nations. (n.d.). United Nations Commodity Trade Statistics Database (COMTRADE). <https://comtrade.un.org/data/>. Diakses pada 10 Januari 2025.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan. <http://peraturan.bpk.go.id/Details/43013>

- Xie Hu, Yang Dongming, Xie Hongyang. (2003). Process for preparing salicylic acid by solvent method (C.N. Patent No.1119314C). China.
<https://patents.google.com/patent/CN1119314C/en>.
- Xing Cunzhang, Lu Hailiang, Ban Qing, Beben Fei. (2006). Novel supercritical phase salicylic acid synthesis process (C.N. Patent No.1733684A). China.
<https://patents.google.com/patent/CN1733684A>.
- Yaws, C. L., 1999, "Chemical Properties Handbook Physical, Thermodynamics, Enviromental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemical", Mc Graw Hill Book Companies, Inc., New York
- Yuliani, HR. (2014). Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Yogyakarta: Deepublish.

