

**PRA RANCANGAN PABRIK DINATRIUM HIDROGEN FOSFAT
DIHIDRAT KAPASITAS 34.000 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

NUR AFNI

431 21 039

NURUL AZMI

431 21 043

**PROGRAM STUDI S-1 TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat Kapasitas 34.000 Ton/Tahun** oleh Nur Afni NIM 431 21 039 diterima dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 17 Oktober 2025

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



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



Dr. Rahmiah Sjafruddin, S.T., M.Eng.
NIP. 19760205 200604 2 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan



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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat Kapasitas 34.000 Ton/Tahun** oleh Nurul Azmi NIM 431 21 043 diterima dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 17 Oktober 2025

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



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



Dr. Rahmiah Sjafruddin, S.T., M.Eng.
NIP. 19760205 200604 2 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan



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

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	viii
<i>SUMMARY</i>	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Kapasitas Rancangan.....	12
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	20
1.4 Tinjauan Pustaka	24
BAB II DESKRIPSI PROSES	Error! Bookmark not defined.
2.1 Spesifikasi Produk dan Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
2.2 Konsep Proses	Error! Bookmark not defined.
2.3 Langkah Proses	Error! Bookmark not defined.

BAB III NERACA MASSA	Error! Bookmark not defined.
3.1 Neraca Massa Tiap Alat.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Neraca Massa Total	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS	Error! Bookmark not defined.
4.1 <i>Mixer</i> (M01)	Error! Bookmark not defined.
4.2 <i>Heater</i> (HE-01)	Error! Bookmark not defined.
4.3 <i>Heater</i> (HE-02)	Error! Bookmark not defined.
4.4 Reaktor (R-01).....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Evaporator (EV-01).....	Error! Bookmark not defined.
4.6 <i>Crystallizer</i> (CR-01).....	Error! Bookmark not defined.
4.7 <i>Centrifuge</i> (CF-01).....	Error! Bookmark not defined.
4.8 <i>Heater</i> (HE-03)	Error! Bookmark not defined.
4.9 <i>Rotary Dryer</i> (RD-01).....	Error! Bookmark not defined.
BAB V SPESIFIKASI ALAT	Error! Bookmark not defined.
5.1 <i>Screw Conveyor</i> (SC-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.2 <i>Bucket Elevator</i> (BE-01)	Error! Bookmark not defined.
5.3 Pompa (P-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.4 Tangki Penyimpanan H_3PO_4 (T-01)	Error! Bookmark not defined.
5.5 <i>Heater</i> (HE-01)	Error! Bookmark not defined.
5.6 Silo Penyimpanan Na_2CO_3	Error! Bookmark not defined.
5.7 <i>Mixer</i> (M-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.8 Pompa (P-02).....	Error! Bookmark not defined.
5.9 Pompa (P-03).....	Error! Bookmark not defined.

5.10 Reaktor (R-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.11 Pompa (P-04).....	Error! Bookmark not defined.
5.12 Evaporator (EV-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.13 Pompa (P-05).....	Error! Bookmark not defined.
5.14 <i>Crystallizer</i> (CR-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.15 <i>Screw Conveyor</i> (SC-02).....	Error! Bookmark not defined.
5.16 <i>Heater</i> (HE-02)	Error! Bookmark not defined.
5.17 <i>Centrifuge</i> (CF-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.18 Pompa (P-06).....	Error! Bookmark not defined.
5.19 <i>Screw Conveyor</i> (SC-03).....	Error! Bookmark not defined.
5.20 Blower (BL-01)	Error! Bookmark not defined.
5.21 <i>Heater</i> (HE-03)	Error! Bookmark not defined.
5.22 <i>Rotary Dryer</i> (RD-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.23 <i>Screw Conveyor</i> (SC-04).....	Error! Bookmark not defined.
5.24 <i>Bucket Elevator</i> (BE-02)	Error! Bookmark not defined.
5.25 Penyimpanan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (S-02)	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS.....	Error! Bookmark not defined.
6.1 Unit Penyediaan <i>Steam</i>	Error! Bookmark not defined.
6.2 Unit Penyediaan Air	Error! Bookmark not defined.
6.3 Unit Pengolahan Limbah.....	Error! Bookmark not defined.
6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan	Error! Bookmark not defined.
6.5 Unit Penyediaan Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
6.6 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	Error! Bookmark not defined.

6.7 Spesifikasi Peralatan Utilitas.....	Error! Bookmark not defined.
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA Error! Bookmark not defined.	
7.1 Instrumentasi	Error! Bookmark not defined.
7.2 Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup...	Error! Bookmark not defined.
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI & MANAJEMEN PERUSAHAAN	
.....	Error! Bookmark not defined.
8.1 Bentuk Perusahaan	Error! Bookmark not defined.
8.2 Struktur Organisasi.....	Error! Bookmark not defined.
8.3 Tugas dan Wewenang	Error! Bookmark not defined.
8.4 Jadwal Kerja Karyawan	Error! Bookmark not defined.
8.5 Status Karyawan.....	Error! Bookmark not defined.
8.6 Sistem Penggajian	Error! Bookmark not defined.
BAB IX LAY OUT/TATA LETAK PABRIK.....	Error! Bookmark not defined.
9.1 Tata letak pabrik	Error! Bookmark not defined.
9.2 Tata letak alat proses	Error! Bookmark not defined.
BAB X ANALISA EKONOMI.....	Error! Bookmark not defined.
10.1 Kajian Ekonomi.....	Error! Bookmark not defined.
10.2 Analisa Kelayakan Ekonomi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB XI PENUTUP	27
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

PRA RANCANGAN PABRIK DINATRIUM HIDROGEN FOSFAT DIHIDRAT KAPASITAS 34.000 TON/TAHUN

RINGKASAN

Dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) merupakan bahan kimia yang digunakan dalam berbagai industri, antara lain makanan dan minuman, farmasi, kosmetik, deterjen, serta pengolahan air. Pendirian pabrik dinatrium fosfat dihidrat bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sekaligus mengurangi ketergantungan impor serta mendukung peluang ekspor ke kawasan Asia Tenggara.

Pabrik direncanakan berlokasi di kawasan industri *Java Integrated Industrial and Port Estate* (JIPE) Gresik, Jawa Timur, dengan kapasitas produksi 34.000 ton/tahun dan beroperasi selama 365 hari. Proses produksi dilakukan melalui reaksi antara natrium karbonat (Na_2CO_3) dan asam fosfat (H_3PO_4) yang kemudian diikuti tahap evaporasi, kristalisasi, sentrifugasi, dan pengeringan. Produk samping yang dihasilkan berupa karbon dioksida (CO_2) sebanyak 41,157 kg/jam.

Bentuk badan usaha yang digunakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff, dipimpin oleh seorang direktur dan melibatkan tenaga kerja sebanyak 120 orang.

Hasil analisa ekonomi diperoleh kebutuhan *Total Capital Investment* (TCI) = Rp764.083.478.920,61, *Total Production Cost* (TPC) = Rp840.557.035.425,92 dan pendapatan penjualan = Rp1.083.132.696.000,00. Laba bersih setelah pajak = Rp169.802.962.401,86, *Break Even Point* (BEP) 43,09%, *Return on Investment* (ROI) = 27,78%, *Pay Out Time* (POT) = 2,647 tahun, dan *Internal Rate of Return* (IRR) = 17,55%.

Berdasarkan analisis teknis dan ekonomi, pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat kapasitas 34.000 ton/tahun dinyatakan layak untuk didirikan.

Kata kunci: Dinatrium hidrogen fosfat dihidrat, prarancangan pabrik, kristalisasi, analisa kelayakan ekonomi.

PRA RANCANGAN PABRIK DINATRIUM HIDROGEN FOSFAT DIHIDRAT KAPASITAS 34.000 TON/TAHUN

SUMMARY

Disodium hydrogen phosphate dihydrate ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) is a chemical compound widely used in various industries, including food and beverage, pharmaceuticals, cosmetics, detergents, and water treatment. The establishment of a disodium phosphate dihydrate plant aims to meet domestic demand, reduce import dependency, and support export opportunities to Southeast Asian countries. The plant is planned to be located in the Java Integrated Industrial and Port Estate (JIPE), Gresik, East Java, with a production capacity of 34,000 tons/year and operating 365 days/year. The production process involves the reaction between sodium carbonate (Na_2CO_3) and phosphoric acid (H_3PO_4), followed by evaporation, crystallization, centrifugation, and drying. A by-product in the form of carbon dioxide (CO_2) is produced at 41,157 kg/hour.

The company will be established as a Limited Liability Company (PT) with a line and staff organizational structure, led by a director and employing 120 workers. Economic analysis shows that the Total Capital Investment (TCI) is Rp764.083.478.920,61, Total Production Cost (TPC) is Rp840.557.035.425,92, and annual sales revenue is Rp1,083,132,696,000.00. The net profit after tax is Rp169.802.962.401,86 with a Break Even Point (BEP) of 43.09%, Return on Investment (ROI) of 27.78%, Pay Out Time (POT) of 2.647 years, and Internal Rate of Return (IRR) of 17.55%.

Based on technical and economic evaluations, the disodium phosphate dihydrate plant with a capacity of 34,000 tons/year is considered feasible to be established.

Keywords: *Disodium hydrogen phosphate dihydrate, plant design, crystallization, economic feasibility analysis*



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia, sebagai negara dengan jumlah penduduk lebih dari 270 juta jiwa, menghadapi tantangan besar dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku industri dan konsumsi domestik. Salah satu bahan kimia yang penting dalam berbagai sektor industri adalah dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), yang digunakan dalam industri makanan dan minuman, pengolahan air, serta sektor farmasi dan kosmetik.

Dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) memiliki beragam kegunaan di berbagai bidang industri karena sifatnya yang larut dalam air, bersifat penyangga pH, serta relatif aman digunakan. Dalam industri makanan dan minuman, senyawa ini dimanfaatkan sebagai pengatur keasaman, *emulsifier*, dan pengikat air untuk menjaga tekstur serta kestabilan produk. Di sektor farmasi, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ berperan sebagai komponen *buffer* dalam sediaan obat dan larutan fisiologis, sedangkan pada industri deterjen berfungsi sebagai *builder* yang meningkatkan efektivitas pembersihan serta menurunkan kesadahan air. Selain itu, senyawa ini digunakan dalam produk kosmetik sebagai penstabil pH dan bahan pengkondisi, dalam pengolahan air untuk mengendalikan korosi dan endapan, serta di laboratorium sebagai larutan *buffer* pada berbagai proses biokimia. Berkat multifungsinya tersebut, dinatrium hidrogen fosfat dihidrat menjadi bahan kimia penting yang mendukung beragam aplikasi industri.

Pendirian pabrik baru dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia menjadi langkah strategis untuk mengurangi ketergantungan impor, menstabilkan harga

pasar, dan meningkatkan kemandirian industri kimia nasional. Selain itu, ketersediaan bahan baku utama, yaitu asam fosfat dan natrium karbonat, relatif mudah diperoleh di dalam negeri. Tersedianya pasokan bahan baku tersebut akan menunjang kontinuitas operasional pabrik dan efisiensi biaya produksi.

Dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) adalah senyawa berbentuk padatan berwarna putih, tidak berbau, dan mudah larut dalam air. Senyawa ini biasanya digunakan sebagai reagen dalam laboratorium serta sebagai penyangga dalam analisis kimia. Selain itu, dinatrium hidrogen fosfat dihidrat juga memiliki berbagai kegunaan industri, seperti dalam industri pembuatan deterjen, keramik, pewarna tekstil, dan sebagai pengolahan air boiler (Ullmann, 1999). Permintaan terhadap senyawa ini di Indonesia terus meningkat seiring dengan perkembangan sektor industri yang memanfaatkannya sebagai bahan baku maupun bahan tambahan.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistika tahun 2024 mengenai kebutuhan nasional, konsumsi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia mencapai 279.951 ton per tahun. Namun, kapasitas produksi domestik saat ini hanya sekitar 65.000 ton per tahun, yang menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan dan kemampuan produksi sebesar 214.951 ton per tahun. Kondisi ini memaksa Indonesia untuk mengimpor dalam jumlah besar guna memenuhi kebutuhan pasar domestik.

Kesenjangan tersebut tidak hanya mencerminkan peluang bisnis yang signifikan, tetapi juga menegaskan pentingnya pengembangan pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat dalam negeri. Pendirian pabrik baru dapat membantu

mengurangi ketergantungan pada impor, meningkatkan nilai tambah industri kimia nasional, serta menciptakan lapangan kerja baru. Selain itu, keberadaan pabrik ini dapat mendukung target pemerintah dalam mewujudkan kemandirian industri nasional yang berkelanjutan

Berdasarkan penjelasan di atas, tingginya permintaan dan rendahnya produksi dalam negeri, pendirian pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia perlu dipertimbangkan dengan serius. Langkah ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada impor dinatrium hidrogen fosfat dihidrat serta meningkatkan kemandirian industri dalam negeri.

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Beberapa pabrik di kawasan Asia Timur, khususnya di Tiongkok, memiliki kapasitas produksi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yang berkisar antara **3.000 hingga 60.000 ton per tahun**. Rincian kapasitas beberapa pabrik yang telah beroperasi di Tiongkok disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Pabrik $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang Telah Beroperasi di Tiongkok

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Hebei Yaci Trading Co., Ltd.	Hebei, Tiongkok	3.000
Jiangsu Kolod Food Ingredient Co., Ltd.	Jiangshu, Tiongkok	12.000
Henan Yulin Chemical Co., Ltd.	Henan, Tiongkok	60.000
Total		75.000

Sumber: Alibaba.com, 2024.

Dengan didirikannya pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia, negara ini dapat menjadi salah satu sumber utama dalam pemenuhan kebutuhan dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di berbagai negara, terutama di kawasan Asia Tenggara.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan faktor penting dalam memastikan kelangsungan produksi suatu pabrik. Pembuatan dinatrium hidrogen fosfat dihidrat menggunakan bahan baku asam fosfat dan natrium karbonat. Kebutuhan asam fosfat dan natrium karbonat dapat dipenuhi dari beberapa pabrik, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.2 dan Tabel 1.3.

Tabel 1. 2 Pabrik Produsen Asam Fosfat di Indonesia

Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Petrokimia Gresik	400.000
PT. Petro Jordan Abadi	200.000

Sumber: jatim.antaranews.com & pja-gresik.com, 2025.

Tabel 1. 3 Industri Distributor Natrium Karbonat di Indonesia

Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Mulia Agung Chemindo	120.500
PT. Pash Mitra Mandiri	78.000

Sumber: machemindo.com & pashmitramandiri.co.id, 2025.

Dalam memprediksi kapasitas pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ini, pertama-tama dipelajari kapasitas dari pabrik-pabrik yang telah beroperasi hingga saat ini (Santoso, 2024).

1.2.3 Kapasitas Produksi

Pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2028. Penentuan kapasitas prarancangan pabrik dinatrium

hidrogen fosfat dihidrat yang berbahan baku asam fosfat dan natrium karbonat mencakup langkah penting, yaitu mengidentifikasi kebutuhan dan potensi pasar di dalam negeri. Oleh karena itu, beberapa data penting harus dikumpulkan, seperti data produksi, tingkat konsumsi, serta data impor dan ekspor dinatrium hidrogen fosfat dihidrat dari Indonesia. Data-data ini menjadi dasar dalam menentukan kapasitas pabrik yang optimal agar dapat memenuhi kebutuhan pasar domestik sekaligus mendukung peluang ekspor, sehingga pabrik dapat beroperasi secara efisien dan kompetitif.

Data statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) tentang kebutuhan impor dan ekspor dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia pada tahun 2019 hingga 2023 dan laju persentase pertumbuhannya dapat dilihat pada Tabel 1.4 dan Tabel 1.5. Persentase pertumbuhan dapat dihitung dengan persamaan seperti yang dijelaskan oleh Kusnarjo, 2010.

$$\text{Pertumbuhan (\%)} = \frac{(X_2 - X_1)}{(X_1)} \times 100\% \dots\dots\dots (1.1)$$

Keterangan :

X₁ = Data tahun pertama

X₂ = Data tahun kedua

1. Data Impor Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat di Indonesia

Berdasarkan data statistik dari Badan Pusat Statistika tahun 2024, data impor dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia tahun 2019 hingga 2023 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Impor Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	%P
2019	1.585,323	-
2020	1.845,244	16,3955
2021	2.423,972	31,3632
2022	1.843,598	-23,9431
2023	1.985,099	7,6753
Total	9.683,236	31,4908
Rata-rata pertumbuhan		7,8727
i		0,0787

Sumber: Badan Pusat Statistik (bps.go.id), 2024.

2. Data Ekspor Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat di Indonesia

Berdasarkan data statistik dari Badan Pusat Statistika tahun 2024, data ekspor dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia tahun 2019 hingga 2023 dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1. 5 Data Ekspor Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat di Indonesia

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)	%P
2019	0,00034	-
2020	4,000	1.176.370,59
2021	23,605	490,125
2022	20,751	-12,09274
2023	3,251	-84,33292
Total	51,60685	1.487,41
Rata-rata pertumbuhan		371,854
i		3,7185

Sumber: Badan Pusat Statistik (bps.go.id), 2024.

3. Data Produksi Dinatrium Hidroge Fosfat Dihidrat di Indonesia

Di Indonesia, terdapat satu pabrik yang memproduksi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat, yaitu PT. Petrocentral dengan kapasitas 65.000 ton/tahun yang berlokasi di Kabupaten Gresik, Jawa Timur (Petrocentral.co.id, 2024).

4. Data Konsumsi Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat di Indonesia

Berdasarkan data statistik dari Badan Pusat Statistika tahun 2024, data konsumsi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia tahun 2019 hingga 2023 dapat dilihat pada Tabel 1.6.

Tabel 1. 6 Data Konsumsi Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2019	38.255
2020	48.190
2021	50.341
2022	69.522
2023	73.643
Total	279.951

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS), 2024.

Berdasarkan data kebutuhan impor, ekspor, produksi, dan konsumsi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia, kapasitas produksi dapat ditentukan menggunakan *discounted method* I, seperti yang dijelaskan oleh Kusnarjo (2010):

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots \dots \dots (1.2)$$

Keterangan:

m_1 : Data nilai impor pada tahun x

m_2 : Produksi dalam negeri pada tahun x

m_3 : Kapasitas produksi pada tahun x

m_4 : Data nilai ekspor pada tahun x

m_5 : Konsumsi dalam negeri pada tahun x

$$m_{(y)} = P((1 + i)^n) \dots\dots\dots (1.3)$$

Keterangan:

$m_{(y)}$: Perkiraan jumlah produk pada tahun ke x

P : Kebutuhan pada data tahun terakhir

i : Rata-rata pertumbuhan (%)

n : Selisih tahun

Pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat direncanakan akan didirikan pada tahun 2028, sehingga perkiraan impor pada tahun 2028 (m_1):

$$m_1 = P ((1 + i)^n)$$

$$m_1 = 1.985,099 ((1 + 0,0787)^5)$$

$$m_1 = 2.899,61 \text{ ton}$$

Produksi pabrik dalam negeri (m_2):

$$m_2 = 65.000$$

Perkiraan ekspor pada tahun 2028 (m_4):

$$m_4 = P ((1 + i)^n)$$

$$m_4 = 3,251 ((1 + 3,7185)^5)$$

$$m_4 = 7.604,2 \text{ ton}$$

Perkiraan konsumsi dalam negeri pada tahun 2028:

$$m_5 = P ((1 + i)^n)$$

$$m_5 = 73.643 ((1 + 0,1862)^5)$$

$$m_5 = 172.921 \text{ ton}$$

Maka, kebutuhan produksi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat dapat dihitung:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (7.604,2 + 185.273,1) - (2.899,61 + 65.000)$$

$$m_3 = 112.625 \text{ ton}$$

Diperkirakan kebutuhan dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia pada tahun 2028 akan meningkat sebanyak 112.625 ton. Oleh karena itu, kapasitas pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat yang dirancang direncanakan untuk memenuhi sekitar 30% dari peluang kebutuhan pada tahun 2028, yaitu sebesar 34.000 ton per tahun. Pemilihan persentase ini didasarkan pada beberapa faktor utama, yaitu potensi pasar, ketersediaan bahan baku, investasi awal, serta skala keekonomian.

Pertama, berdasarkan data konsumsi nasional, kebutuhan dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia pada tahun 2028 diproyeksikan mencapai 172.921 ton dengan defisit produksi sebesar 112.625 ton (Badan Pusat Statistik, 2024). Dengan kapasitas 34.000 ton per tahun, pabrik ini akan mengisi sekitar 30% dari kesenjangan tersebut, sehingga mampu mengurangi ketergantungan impor tanpa menimbulkan overproduksi yang berisiko terhadap kestabilan harga pasar.

Kedua, pertimbangan ketersediaan bahan baku menjadi faktor utama dalam menentukan kapasitas pabrik. PT Petrokimia Gresik, sebagai pemasok utama asam fosfat di Indonesia, memiliki kapasitas produksi 400.0000 ton per tahun, yang dapat mencukupi kebutuhan bahan baku pabrik ini tanpa mengganggu pasokan industri lain (Wijaya, 2025).

Selain itu, dari aspek investasi awal, pemilihan kapasitas 30% dianggap optimal untuk menyeimbangkan biaya pembangunan pabrik dan potensi keuntungan. Skala produksi ini memungkinkan pabrik untuk mengadopsi teknologi proses yang efisien tanpa memerlukan investasi yang terlalu besar di tahap awal, sehingga dapat mengurangi risiko finansial dan meningkatkan daya saing di pasar regional (Santoso, 2024).

Berdasarkan konsep skala keekonomian, pabrik dengan kapasitas 34.000 ton per tahun sudah berada dalam batas yang efisien secara operasional, dengan biaya produksi per ton yang lebih rendah dibandingkan skala yang lebih kecil. Hal ini sesuai dengan studi yang menunjukkan bahwa kapasitas produksi di atas 25.000 ton per tahun memberikan keuntungan dalam hal efisiensi energi dan pengelolaan limbah.

Berikut ini adalah data pabrik-pabrik yang memanfaatkan dinatrium hidrogen fosfat dihidrat, baik sebagai bahan baku utama maupun sebagai bahan pendukung. Prioritas utama target pasar adalah memenuhi kebutuhan produksi dalam negeri, khususnya untuk industri deterjen, keramik, dan pupuk. Sasaran penjualan meliputi:

1. Pupuk Indonesia: Badan Usaha Milik Negara yang menjadi induk berbagai perusahaan pupuk di Indonesia, berlokasi di Jakarta.
2. PT Platinum Ceramic Indonesia dan PT Keramika Indonesia Asosiasi: Dua perusahaan penghasil keramik yang berlokasi di Gresik.
3. Unilever Indonesia dan Wings Group: Dua perusahaan besar yang bergerak dalam produksi detergen, dengan kantor pusat di Jakarta.

Selain itu, produk juga ditargetkan untuk ekspor ke sejumlah negara di Asia yang membutuhkan dinatrium hidrogen fosfat dihidrat, seperti Thailand, Filipina, Korea Selatan, dan negara lainnya. Pabrik ini diharapkan dapat meningkatkan volume ekspor Indonesia sekaligus memperkuat posisi di pasar internasional.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Secara geografis, lokasi pabrik berperan penting dalam menentukan kemajuan dan keberlanjutan industri, baik saat ini maupun di masa depan. Lokasi pabrik yang strategis, ekonomis, dan menguntungkan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kedekatan dengan sumber bahan baku, akses transportasi, pasar produk, tenaga kerja, serta budaya masyarakat sekitar. Berdasarkan pertimbangan tersebut, pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat direncanakan berlokasi di kawasan industri terintegrasi Java Integrated Industrial and Port Estate (JIPE) Gresik (Timmerhause, 2004).



Gambar 1. 1 Lokasi Pabrik Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat
(Sumber: Google Earth, 2025)

Pemilihan lokasi untuk mendirikan pabrik di Kawasan Industri Gresik dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang mendukung keberlanjutan produksi dan distribusi pabrik di masa depan. Penentuan lokasi ini harus didasarkan pada perhitungan biaya produksi dan distribusi yang efisien, serta mempertimbangkan aspek sosial budaya masyarakat sekitar. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan meliputi:

1. Penyediaan Bahan Baku

Pemilihan lokasi pabrik di dekat sumber bahan baku merupakan strategi penting untuk menjamin kelangsungan pasokan dan efisiensi biaya produksi. Dalam konteks ini, PT Petrokimia Gresik memiliki peran strategis sebagai salah satu produsen kimia terbesar di Indonesia. PT Petrokimia Gresik memproduksi asam fosfat hingga 400.000 ton per tahun (Wijaya, 2025).

2. Pemasaran Produk

Lokasi pabrik yang strategis, berdekatan dengan pasar atau konsumen, memberikan banyak keuntungan, termasuk efisiensi distribusi dan kemampuan untuk melayani konsumen dengan lebih cepat. Dinatrium hidrogen fosfat dihidrat, sebagai bahan baku industri pupuk buatan, serat sintetis, dan plastik, memiliki permintaan yang cukup tinggi di sektor industri. Pendirian pabrik ini di Gresik diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri (Rahmawati, 2024).

Gresik adalah pilihan ideal karena memiliki akses mudah ke bahan baku seperti asam fosfat dan natrium karbonat dari PT Petrokimia Gresik. Selain itu, daerah ini dikenal sebagai kawasan industri dengan infrastruktur transportasi yang

baik, termasuk pelabuhan, yang memudahkan pengangkutan bahan baku dan produk akhir (Wijaya, 2025).

3. Tenaga Kerja

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur, jumlah angkatan kerja terampil di wilayah ini terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan fokus pada pengembangan sektor pendidikan serta pelatihan kejuruan dalam lima tahun terakhir. Kawasan industri seperti di Gresik memiliki daya tarik tersendiri karena berdekatan dengan pasar produk, tenaga kerja terdidik, serta akses ke institusi pelatihan profesional (Badan Pusat Statistik Jawa Timur, 2025).

Daerah ini juga memiliki infrastruktur pendukung tenaga kerja yang mumpuni, seperti aksesibilitas transportasi yang baik dan komunitas industri yang terintegrasi (Dinas Tenaga Kerja Provinsi Jawa Timur, 2025).

4. Sarana Transportasi

Kawasan industri terintegrasi JIPE Gresik memiliki infrastruktur transportasi yang baik, termasuk akses ke pelabuhan, jalan tol, dan jaringan distribusi yang efisien, yang mempermudah proses pengiriman produk ke pasar domestik maupun ekspor (Santoso, 2024).

Kedekatan dengan industri lain juga membuka peluang untuk jaringan pemasaran yang lebih luas. Sebagai contoh, di kawasan Gresik terdapat sejumlah perusahaan besar di sektor kimia dan manufaktur yang dapat menjadi mitra potensial atau konsumen produk yang dihasilkan. Hal ini memperkuat daya saing produk dan memungkinkan pengembangan lebih lanjut di pasar global (Wijaya, 2025).

5. Utilitas

Kawasan industri terintegrasi JIPE Gresik telah dilengkapi dengan infrastruktur yang mumpuni, termasuk pasokan listrik dari jaringan PLN yang stabil serta sumber air yang memadai. Keberadaan fasilitas ini memastikan bahwa pabrik dapat beroperasi tanpa kendala dan mengurangi risiko gangguan produksi akibat keterbatasan sumber daya (Rahmawati, 2025).

Gresik, dengan kawasan industrinya yang berkembang, telah menjadi pusat manufaktur yang didukung oleh berbagai fasilitas pendukung, menjadikannya lokasi yang ideal untuk pendirian pabrik (Santoso, 2024).

6. Pengolahan Limbah

Kawasan Industri Java Integrated Industrial and Ports Estate (JIPE) di Gresik memiliki sistem pengolahan limbah yang modern dan terpadu untuk memastikan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Salah satu fasilitas utamanya adalah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan kapasitas 5.000 m³ per hari, yang mampu mengolah limbah dari seluruh pabrik di kawasan tersebut. IPAL ini dirancang untuk mengatasi potensi pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh industri-industri di JIPE, memastikan bahwa air limbah yang dihasilkan memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan. Selain itu, JIPE menerapkan metode penanganan limbah lainnya, seperti menyediakan tempat pembuangan khusus dan proses netralisasi, untuk memastikan limbah ditangani dengan aman dan efisien (jiipe.com, 2024).

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat

Dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) adalah senyawa kimia yang banyak digunakan dalam berbagai industri karena sifatnya yang serbaguna. Senyawa ini biasanya berupa kristal putih, tidak berbau dan larut dalam air. Dinatrium hidrogen fosfat dihidrat umumnya digunakan sebagai senyawa reagen dalam laboratorium dan juga sebagai penyangga dalam kimia analisis. Selain itu, senyawa ini juga digunakan dalam industri pembuatan deterjen dan keramik, sebagai zat pewarna yang tajam, bahan pembuatan kertas tahan api, digunakan juga dalam pengolahan air umpan boiler, sebagai suplemen diet, industri pupuk, dan lain sebagainya (Patnaik, 2002).

Dalam industri makanan, dinatrium hidrogen fosfat dihidrat digunakan untuk mengatur keasaman, menstabilkan emulsi, dan meningkatkan rasa. Dalam aplikasi farmasi, senyawa ini digunakan sebagai pencahar dan pengikat tablet. Dalam pengolahan air, senyawa ini digunakan untuk mengatur pH dan berfungsi sebagai inhibitor korosi pada pipa dan peralatan. Selain itu, dinatrium hidrogen fosfat dihidrat juga digunakan dalam formulasi deterjen, di pertanian sebagai sumber fosfor dalam pupuk, dan untuk pelapisan logam.

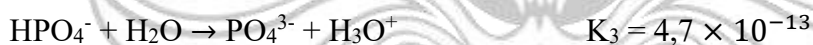
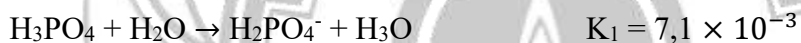
Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat kemajuan dalam pemulihan fosfor dari bijih berkualitas rendah menggunakan metode yang melibatkan natrium hidrogen fosfat dihidrat, yang berkontribusi pada praktik keberlanjutan dalam produksi pupuk. Metode-metode ini berfokus pada pengurangan limbah dan

optimalisasi penggunaan sumber daya, memberikan manfaat baik untuk sektor pertanian maupun industri.

1.4.2 Bahan Baku

1. Asam Fosfat

Asam fosfat (H_3PO_4) banyak digunakan dalam industri pupuk, pengolahan air, dan aplikasi kimia lainnya. Proses produksinya melibatkan reaksi antara asam sulfurik dan fosfat alami, menghasilkan kristal asam fosfat. Asam fosfat merupakan asam tribasa, pelepas ion hidrogen yang pertama adalah ionisasi yang paling cepat. Ionisasi kedua adalah sedang dan yang ketiga sudah lambat. Hal ini bisa dilihat dari ketetapan penguraian ionisasi (Kirk & Othmer, 1978):



Asam fosfat merupakan senyawa alkali kuat dan senyawa polar. Asam fosfat lebih kuat dari asam asetat, asam oksalat, dan asam borak, tetapi lebih lemah dibandingkan asam nitrat, asam sulfat, dan asam klorida. Asam fosfat bersifat korosif pada logam.

2. Natrium Karbonat

Natrium karbonat (Na_2CO_3) adalah senyawa anorganik yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri, seperti dalam produksi kaca, deterjen, dan dalam proses pembuatan soda kue. Sebagai bahan baku industri, natrium karbonat digunakan untuk memperbaiki proses kimia di berbagai sektor. Dalam industri kaca, misalnya, natrium karbonat digunakan sebagai flux untuk

menurunkan suhu pembuatan kaca. Selain itu, natrium karbonat juga digunakan dalam pembuatan produk-produk kimia lain seperti natrium bikarbonat, yang memiliki kegunaan dalam makanan dan industri kimia. Natrium karbonat juga berperan dalam industri pembersih, karena kemampuannya untuk mengikat lemak dan kotoran. Sifatnya yang basa juga membuatnya efektif dalam mengatur pH dalam berbagai proses kimia dan produksi.



BAB XI PENUTUP

Hasil analisis Pra Rancangan Pabrik Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) kapasitas 34.000 ton/tahun memberikan beberapa kesimpulan penting sebagai berikut:

1. Pabrik Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) direncanakan memiliki kapasitas 34.000 ton/tahun dengan waktu operasi 365 hari per tahun. Bahan baku yang digunakan berupa Natrium Karbonat (Na_2CO_3) dan Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan tingkat kemurnian yang sesuai standar industri.
2. Lokasi pabrik ditetapkan di kawasan industri terintegrasi Java Integrated Industrial and Port Estate (JIPE) Gresik, Jawa Timur. Pemilihan lokasi didasarkan pada ketersediaan bahan baku, kemudahan akses transportasi, potensi tenaga kerja, ketersediaan utilitas berupa air, listrik, dan bahan bakar, serta prospek distribusi produk yang mendukung.
3. Bentuk badan usaha yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) karena memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan, permodalan, serta perlindungan hukum yang lebih baik.
4. Hasil neraca massa menunjukkan kebutuhan aktual bahan baku per tahun dapat dipenuhi oleh pemasok domestik. Kebutuhan natrium karbonat dan asam fosfat sesuai hasil perhitungan masih jauh di bawah kapasitas produksi pemasok dalam negeri, seperti PT Petrokimia Gresik, PT Petro Jordan Abadi, PT Multi Agung Chemindo, dan PT Pash Mitra Mandiri. Kondisi pasar nasional juga mendukung, di mana produksi dalam negeri lebih kecil dibandingkan dengan

kebutuhan konsumsi, sehingga peluang pasar produk dinatrium hidrogen fosfat dihidrat masih terbuka lebar.

5. Evaluasi teknis dan ekonomi menunjukkan kelayakan pendirian pabrik.

Ringkasan hasil perhitungan ekonomi ditunjukkan sebagai berikut:

- a. Modal Investasi Total : Rp764.083.478.920,61
- b. Total Biaya Produksi : Rp840.557.035.425,92
- c. Hasil Penjualan : Rp1.083.132.696.000,00
- d. Laba Bersih : Rp169.802.962.401,86
- e. Break Even Point : 43,09%
- f. Return on Investment : 27,78%
- g. Pay Out Time : 2,647 Tahun
- h. Internal Rate of Return : 17,55%

Pendirian pabrik Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) kapasitas 34.000 ton/tahun berpotensi memberikan keuntungan, didukung oleh ketersediaan bahan baku dan prospek pasar yang menjanjikan, sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahap perancangan berikutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Airgas. (2021). *Safety Data Sheet: Carbon Dioxide* (Revision date 12 February 2021). Airgas. Diakses Januari 2025, dari <https://www.airgas.com/msds/012956.pdf>
- AKR Corporindo Tbk. (n.d.). *Basic chemicals trading & distribution*. Diakses 7 Mei 2025, dari <https://www.akr.co.id/basic-chemicals-trading-distribution>
- Alibaba.com. (n.d.). *Disodium Hydrogen Phosphate Dihydrate* [product listing]. Diakses September 2025, dari <https://www.alibaba.com/showroom/disodium-hydrogen-phosphate-dihydrate.html>
- Alibaba.com. (n.d.). *High Quality Phosphoric Acid – Industrial & Food Grade* [product listing]. Diakses September 2025, dari <https://www.alibaba.com/showroom/phosphoric-acid.html> Alibaba
- Alibaba.com. (2024). *Factory capacity Disodium Phosphate Dihydrate $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$* [product listing]. Alibaba.com. Diakses Januari 2025, dari https://www.alibaba.com/product-detail/Bulk-Disodium-Phosphate-Multiple-Industrial-Applications_1601448714438.html
- Antara. (2025). *PT Petrokimia Gresik tingkatan kapasitas produksi asam fosfat di Indonesia*. Jatim.Antarane.ws.com. Retrieved Januari 2025, from <https://jatim.antarane.ws.com>
- Aries, R. S., & Newton, R. D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Data ekspor, impor, dan konsumsi Dinatrium Hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia*. Diakses 25 November 2025 dari <https://www.bps.go.id/id>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2023). *Keadaan angkatan kerja provinsi Jawa Timur*, Agustus 2023.
- Badan Pusat Statistik Jawa Timur. (2024). *Indikator Ketenagakerjaan Jawa Timur 2024*. Diakses 10 Januari 2025, dari <https://jatim.bps.go.id>

- Badan Sekretariat Negara Republik Indonesia. (1995). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Badan Sekretariat Negara Republik Indonesia. (2003). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Badan Sekretariat Negara Republik Indonesia. (2008). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2008 tentang Pajak Penghasilan*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Badan Sekretariat Negara Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2021 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 78 Tahun 2015 tentang Pengupahan*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 19-6728.1-2002: Penyusunan neraca sumber daya – Bagian 1: Sumber daya air spasial*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bank Indonesia. (2025). *Laju inflasi dan suku bunga bank tahun 2025*. Diakses September 2025, from <https://www.bi.go.id>
- Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). *Process equipment design*. John Wiley & Sons.
- Budi, A. 2023. *Studi kelayakan pendirian pabrik Dinatrium Hidrogen fosfat di Indonesia*. Universitas Gadjah Mada.
- Carex25. (2009). *Moody diagram - Imperial*. Scribd. Diakses Agustus 2025, dari <https://www.scribd.com/doc/40471760/Moody-Diagram-Imperial>
- Chemical Engineering. (2025). *CPE Index 2025*. ChemEngOnline. Diakses September 2025, dari <https://chemengonline.com/cepci-index-2025/>
- Coleman, J. H. (1934). *Making disodium phosphates*. (U.S. Patent No. 1,961,127) . Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Davis, A. (2010). The effect of 30% blockage on discharge coefficient of screens. *Journal of Hydraulic Engineering*, 136(4), 234-239. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HY.1943-7900.0000221](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000221)

- Dinas Tenaga Kerja Provinsi Jawa Timur. (2024). *Laporan pengembangan tenaga kerja 2023*. Diakses 10 Januari 2025 dari <https://disnaker.jatimprov.go.id/>
- Engineering ToolBox. (n.d.). *Pipe velocity calculator with flow data & charts*. Diakses September 2025, dari https://www.engineeringtoolbox.com/pipe-velocity-d_1096.html
- Faith, W. L., Keyes, D. B., & Clark, R. L. (1957). *Industrial chemicals*. John Wiley & Sons.
- Faith, W.L., Lowenheim, F.A., & Moran, M.K. (1975). *Faith, Keyes, and Clark's Industrial Chemicals*, (4th ed.). John Wiley & Sons, New York.
- Fisher Scientific. (2021). *Sodium Phosphate, Dibasic, Dihydrate – SDS* (Revision date 24-Dec-2021). Fisher Scientific. Diakses Januari 2025, dari <https://www.fishersci.com/store/msds?countryCode=US&language=en&partNumber=S472500&productDescription=SOD+PHO+DIB+DIH+USPFCCEPBP500G&vendorId=VN00033897>
- Flynn, A. M., Akashige, T., & Theodore, L. (2019). *Kern's process heat transfer* (2nd ed.). Wiley-Scrivener. ISBN: 978-1119363644 (hardcover), 978-1119364177 (ePub), 978-1119364832 (PDF).
- Fogler, H. S. (2016). *Elements of Chemical Reaction Engineering* (5th ed.). Pearson Education.
- Geankoplis, C. J. (1993). *Transport processes and unit operations* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Geankoplis, C. J. (2003). *Transport Processes and Separation Process Principles* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Google Earth. (2025). *Citra satelit lokasi pra-rancangan pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat, JIPE Gresik, Jawa Timur* [Imagery]. Google. <https://earth.google.com>
- Gunara. (2007). Penerapan konsep pengelolaan sampah rumah tangga dengan metode 5R (Reduce, Reuse, Recycle, Replace, Replant). *Jurnal Pengelolaan Lingkungan*, 12(2), 214–223. Diakses dari <https://media.neliti.com/media/publications/388267-none-9e6b8990.pdf>

- JIIPE. (n.d.). *Pengelolaan Limbah Terpadu di Kawasan Industri JIIPE*. Diakses 13 Januari 2025, dari <https://www.jiipe.com/id/home/blogDetail/id/76/72/274/153>
- Joshi, M. V. (1976). *Process Equipment Design*. Macmillan India Ltd.
- Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. (2004). *Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP-102/MEN/VI/2004 tentang Upah Lembur*. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2025). *Harga Batu Bara Acuan (HBA) Periode Pertama September 2025*. Data diolah dari CV Putra Cipta Pratama. Diakses 2 September 2025, dari <https://www.metrotvnews.com/read/NrWCoeYZ-harga-batu-bara-periode-pertama-september-2025-naik-jadi-segini>
- Kern, D. Q. (1950). *Process heat transfer*. McGraw-Hill.
- Kern, D. Q. (1965). *Process heat transfer*. New York: McGraw-Hill.
- Kirk, R. E., & Othmer, D. F. (Eds.). (1978). *Encyclopedia of chemical technology* (3rd ed., Vol. 1–25). New York: Wiley-Interscience.
- Kusnarjo, 2010. *Desain Pabrik Kimia*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- LabChem. (2021a). *Safety Data Sheet: Disodium Phosphate Dihydrate*. LabChem. Diakses Januari 2025, dari <https://www.labchem.com>
- LabChem. (2021b). *Safety Data Sheet: Phosphoric Acid*. LabChem. Diakses Januari 2025, dari <https://www.labchem.com>
- LabChem. (2021c). *Safety Data Sheet: Sodium Carbonate*. LabChem. Diakses Januari 2025, dari <https://www.labchem.com>
- Ludwig, E. E. (2001). *Applied process design for chemical and petrochemical plants: Volume 3* (3rd ed.). Gulf Professional Publishing.
- Machemindo. (2018). *Sodium carbonate*. Diakses Januari 2025, dari <https://www.machemindo.com/2018/06/06/sodium-carbonate/kimia-industri/2987/05/07/02/machemindo/>

- Matches. (2014). *Matches' process equipment cost estimates*. Diakses September 2025, dari <https://www.matche.com/equipcost/Default.html>
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1993). *Unit operations of chemical engineering* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Patnaik, P. (2002). *Handbook of inorganic chemicals*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Pemerintah Republik Indonesia. (1970). *Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (1992). *Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan*. PasarProperti.com. (2025). *Harga tanah kawasan industri JIPE Gresik*. Diakses September, 2025 dari <https://pasarproperti.com/lahan-industri-pergudangan-di-kawasan-industri-pergudangan-pelabuhan-internasional-jiipe-freeport-smelter-gresik>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Perry, R.H., & Green, D. W. (1984). *Perry's Chemical Engineers Handbook* (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Perry, R. H., & Green, D. W. (Eds.). (1997). *Perry's chemical engineers' handbook* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Perry, R. H., & Green, D. W. (1999). *Perry's chemical engineers' handbook* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Perry, R. H., & Green, D. W. (Eds.). (2008). *Perry's chemical engineers' handbook* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant design and economics for chemical engineers* (4th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- PJA Gresik. (2025). *Kapasitas produksi PT Petrokimia Gresik sebagai produsen asam fosfat di Indonesia*. Diakses Januari 2025, from <https://pja-gresik.com>
- PT Pash Mitra Mandiri. (n.d.). *Soda ash*. Diakses 7 Mei 2025, dari <https://pashmitramandiri.co.id/?s=soda+ash>

- PT Petrocentral. (n.d.). *Produsen asam fosfat, sodium tripolyphosphate, phosphate blend di Indonesia*. Diakses 13 Januari 2025, dari <https://petrocentral.co.id/>
- PT. Sanshui Water Asia. (2025). *Asam Sulfat 98% (H₂SO₄)*. Diakses September 2025, dari <https://www.shuichem.com/product/sulfuric-acid-98-h2so4>
- Rahmawati, S. (2025). *Infrastruktur pendukung industri di Gresik: Pasokan air dan listrik*. Presentasi di seminar Infrastruktur Industri, Gresik, Indonesia.
- Rase, H. F. (1977). *Chemical reactor design for process plants: Volume II, Case studies*. John Wiley & Sons.
- Readymix Jawa Timur. (2025). *Harga beton ready mix Jawa Timur per m³ terbaru 2025*. Diakses September 2025, dari <https://readymixjawatimur.com/>
- Rian Adi. (2023). *Termodinamika kimia: Teori dan aplikasi*. Jakarta: Penerbit Akademia.
- Robbins, S. P., & Coulter, M. (2016). *Management* (13th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Santoso, B. 2024. Pengembangan Kawasan Industri Gresik dan Aspek Lingkungan. *Jurnal Manufaktur Indonesia*, 20(1).
- Satterwhite, W. A. (1984). *Method for Producing Fertilizer-grade Phosphoric Acid* (U.S. Patent No. 4,462,972). CF Industries, Inc.
- Seidell, A. (1919). *Solubilities of inorganic and organic compounds: A compilation of quantitative solubility data from the periodical literature* (2nd ed., enlarged and thoroughly revised). D. Van Nostrand Company
- Severns, W. H., & Degler, H. E. (1948). *Steam, air and gas power* (4th ed.). J. Wiley & Sons.
- Smith, J. M., & Van Ness, H. C. (2005). *Introduction to chemical engineering thermodynamics* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Smith, J. M., Neess, V. H.C., Abbott, M., & Swihart, M. T. (2017). *Chemical Engineering Thermodynamics*. Mc Graw Hill Education.

- Sun Energy. (2025). *Tarif listrik PLN terbaru per kWh tahun 2025*. Diakses 24 September 2025, dari <https://sunenergy.id/golongan-tarif-listrik-untuk-perusahaan-i3-i4>
- Timmerhause, J. (2004). *Geographic factors in industrial location: The role of transportation and resources*.
- Timmerhaus, K. D. (2004). *Design of distillation columns* (2nd ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Ullmann, F. (1999). *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry* (5th ed.). Weinheim: Wiley-VCH.
- Ulrich, G. D. (1984). *A guide to chemical engineering process design and economics*. John Wiley & Sons.
- Umar, H. (2003). *Manajemen organisasi: Konsep, teori, dan aplikasinya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Walas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment: Selection and Design*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Wijaya, A. (2025). Peluang kolaborasi industri di Gresik dan *pengembangan pasar global*. Wawancara.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical properties handbook*. United States of America: McGraw-Hill.
- Yuliani, H. R. (2014). *E-Learning Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Deepublis

