

PRA RANCANGAN PABRIK KALIUM HIDROKSIDA DARI KALIUM
KLORIDA DENGAN PROSES ELEKTROLISIS
KAPASITAS 21.000 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

SERLY	431 21 070
SUCI RAHMADANI	431 21 074

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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Kalium Hidroksida dari Kalium Klorida dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 21.000 Ton/Tahun** oleh Serly NIM 431 21 070 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

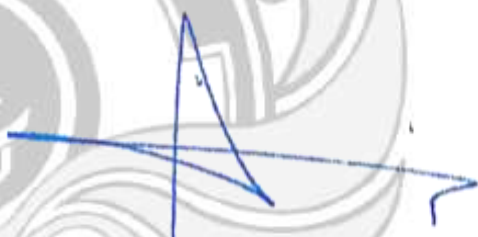
Makassar, 28 September 2025

Mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Yuliani HR, S.T., M.Eng.
NIP. 19730409 200312 2002


Andi Muhammad Iqbal Akbar Asfar, S.T., M.T.
NIP. 198205122015041003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan


Ir. Yuliani HR, S.T., M.Eng.
NIP. 197304092003122002

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Kalium Hidroksida dari Kalium Klorida dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 21.000 Ton/Tahun** oleh Suci Rahmadani NIM 431 21 074 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

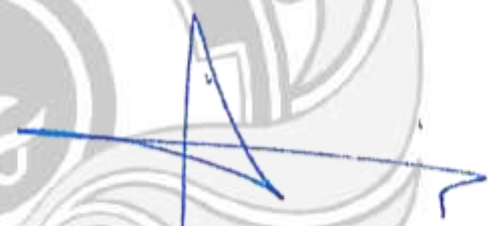
Makassar, 28 September 2025

Mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Yuliani HR, S.T./M.Eng.
NIP. 19730409 200312 2002


Andi Muhammad Iqbal Akbar Asfar, S.T., M.T.
NIP. 198205122015041003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan


Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng.
NIP. 197304092003122002

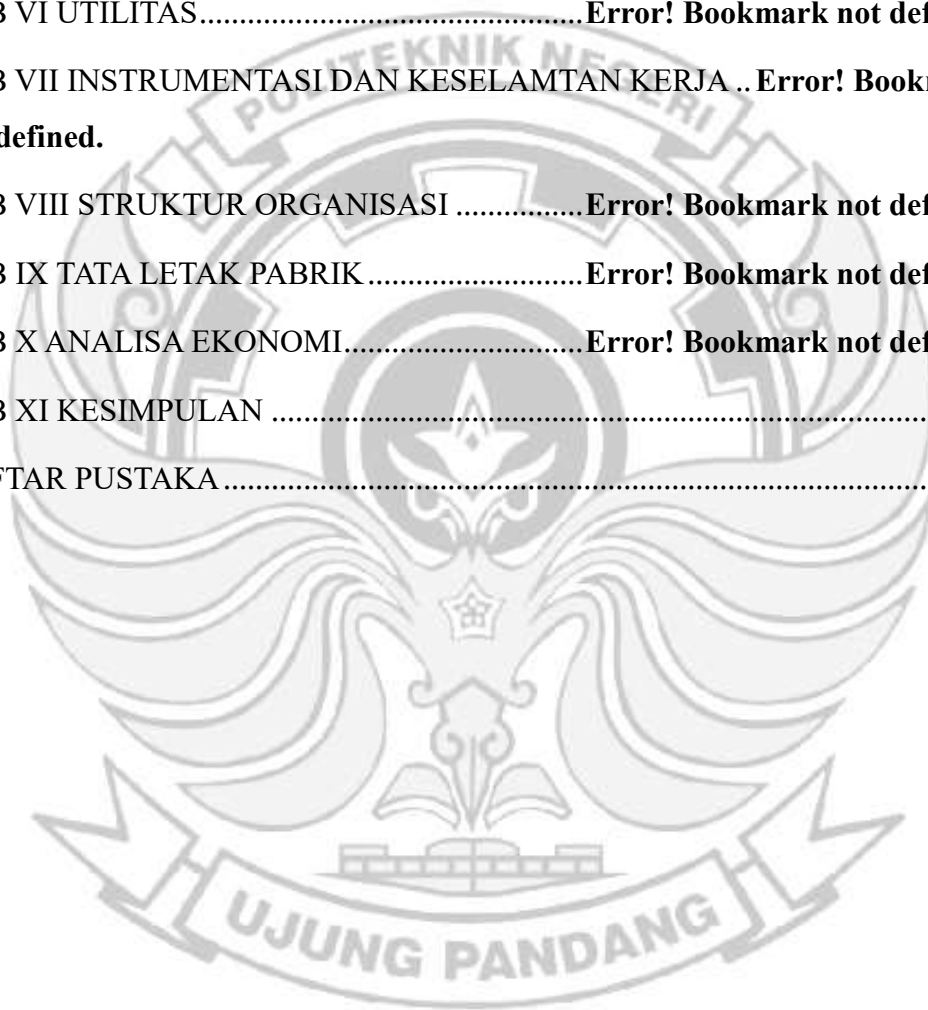
DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	xiv
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR TABEL.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERYATAAN	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Kapasitas Rancangan.....	16
1.2.1 Kebutuhan Kalium Hidroksida (KOH) Dalam Negeri	16
1.2.2 Kapasitas Pabrik Kalium Hidroksida.....	19
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku	20
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	20
1.4 Tinjauan Pustaka.....	23
1.4.1 Proses Pembuatan	23
1.4.2 Kegunaan Produk.....	30
BAB II DESKRIPSI PROSES	Error! Bookmark not defined.
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Spesifikasi Produk	Error! Bookmark not defined.

2.1.3 Spesifikasi Bahan Baku Tambahan/Produk Samping.	Error! Bookmark not defined.
2.2 Konsep Proses.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Dasar Reaksi	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Kondisi Operasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Tinjauan Termodinamika	Error! Bookmark not defined.
2.3 Langkah Proses	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Tahap Pengolahan awal bahan baku (<i>pre-treatment</i>)..	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Tahap Reaksi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Pemurnian Hasil	Error! Bookmark not defined.
BAB III NERACA MASSA	Error! Bookmark not defined.
3.1 Neraca Massa Total.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS	Error! Bookmark not defined.
4.1 Mixing Tank (MT-101).....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Reaktor Elektrolisis (RE-101)	Error! Bookmark not defined.
4.3 Absorber (101).....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Absorber (102).....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Cooler (CL - 101)	Error! Bookmark not defined.
4.6 Evaporator I (EV-101).....	Error! Bookmark not defined.
4.7 Evaporator II (EV-102).....	Error! Bookmark not defined.
4.8 Crystallizer (CR-101)	Error! Bookmark not defined.
4.9 Centrifuge (CE-101)	Error! Bookmark not defined.
4.10 Rotary Dryer (RD-101).....	Error! Bookmark not defined.
4.11 Heater (HE-101).....	Error! Bookmark not defined.

BAB V SPESIFIKASI ALAT	Error! Bookmark not defined.
5.1 Gudang Penyimpanan (GD – 101)	Error! Bookmark not defined.
5.2 <i>Screw Conveyor</i> (SC – 101).....	Error! Bookmark not defined.
5.3 Bucket Elevator (BE – 101).....	Error! Bookmark not defined.
5.4 Hopper (HP – 101).....	Error! Bookmark not defined.
5.5 <i>Mixing Tank</i> (MT – 101).....	Error! Bookmark not defined.
5.6 Reaktor Elektrolisis (RE – 101).....	Error! Bookmark not defined.
5.7 Absorber (AB – 101)	Error! Bookmark not defined.
5.8 Tangki Penyimpanan Cl ₂ (TP – 101)	Error! Bookmark not defined.
5.9 Absorber (AB – 102)	Error! Bookmark not defined.
5.10 Tangki Penyimpanan H ₂ (TP – 102)	Error! Bookmark not defined.
5.11 <i>Cooler</i> (CL – 101).....	Error! Bookmark not defined.
5.12 Evaporator I (EV – 101).....	Error! Bookmark not defined.
5.13 Evaporator II (EV – 102)	Error! Bookmark not defined.
5.14 <i>Crystalizer</i> (CR – 101).....	Error! Bookmark not defined.
5.15 <i>Centrifuge</i> (CF – 101)	Error! Bookmark not defined.
5.16 <i>Screw Conveyor</i> (SC – 102).....	Error! Bookmark not defined.
5.17 <i>Bucket Elevator</i> (BE – 102)	Error! Bookmark not defined.
5.18 <i>Hopper</i> (HP – 102).....	Error! Bookmark not defined.
5.19 Blower (B – 101).....	Error! Bookmark not defined.
5.20 Heater Udara (HE – 101)	Error! Bookmark not defined.
5.21 <i>Rotary Dryer</i> (RD – 101)	Error! Bookmark not defined.
5.22 <i>Screw Conveyor</i> (SC – 103).....	Error! Bookmark not defined.
5.23 Gudang Penyimpanan (GD – 102).....	Error! Bookmark not defined.
5.24 Pompa Proses (PP – 101)	Error! Bookmark not defined.

5.25	Pompa Proses (PP – 102)	Error! Bookmark not defined.
5.27	Pompa Proses (PP – 104)	Error! Bookmark not defined.
5.28	Pompa Proses (PP – 105)	Error! Bookmark not defined.
5.29	Pompa Proses (PP – 106)	Error! Bookmark not defined.
5.30	Pompa Proses (PP – 107)	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS.....		Error! Bookmark not defined.
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMTAN KERJA ..		Error! Bookmark not defined.
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI		Error! Bookmark not defined.
BAB IX TATA LETAK PABRIK.....		Error! Bookmark not defined.
BAB X ANALISA EKONOMI.....		Error! Bookmark not defined.
BAB XI KESIMPULAN		32
DAFTAR PUSTAKA.....		33



**PRA RANCANGAN PABRIK KALIUM HIDROKSIDA DARI KALIUM
KLORIDA DENGAN PROSES ELEKTROLISIS
KAPASITAS 21.000 TON/TAHUN**

RINGKASAN

Kalium Hidroksida (KOH) merupakan bahan kimia anorganik penting yang banyak digunakan dalam berbagai sektor industri seperti pupuk, tekstil, baterai alkaline, sabun, biodiesel, serta industri kimia lainnya. Kebutuhan KOH di Indonesia terus meningkat setiap tahun, namun hingga saat ini masih dipenuhi melalui impor dari luar negeri. Kondisi ini menunjukkan perlunya pembangunan pabrik KOH di dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor sekaligus meningkatkan kemandirian industri nasional.

Pabrik direncanakan didirikan di Kawasan Industri Surya Cipta, Kabupaten Karawang, Jawa Barat dengan kapasitas produksi sebesar 21.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah kalium klorida sebanyak 4.097,02 kg/jam dan air sebanyak 960,59 kg/jam.

Perusahaan ini berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dimana struktur organisasi yang dipakai adalah *line and staff*. Perusahaan ini dipimpin oleh seorang direktur dengan jumlah karyawan 170 orang.

Hasil perhitungan analisa ekonomi menunjukkan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 135.582.020.716,35/tahun, *Break Event Point* (BEP) pada 44%, ROI sebesar 24%, dan POT selama 2,88 tahun. Analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik KOH dengan kapasitas 21.000 ton/tahun layak didirikan.

PRE DESIGN OF A POTASSIUM HYDROXIDE PLANT FROM POTASSIUM CHLORIDE WITH AN ELECTROLYSIS PROCESS CAPACITY 21.000 TONS/YEAR

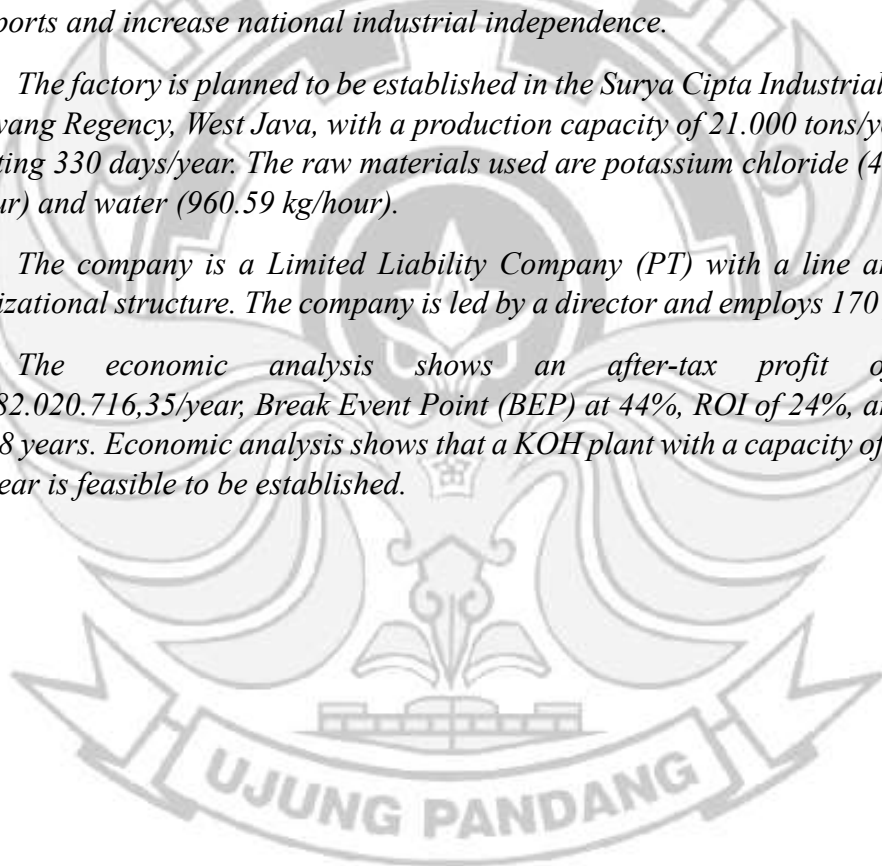
SUMMARY

Potassium Hydroxide (KOH) is an important inorganic chemical widely used in various industrial sectors, such as fertilizers, textiles, alkaline batteries, soap, biodiesel, and other chemical industries. Indonesia's demand for KOH continues to increase annually, but is currently still met through imports. This situation highlights the need to build a domestic KOH factory to reduce dependence on imports and increase national industrial independence.

The factory is planned to be established in the Surya Cipta Industrial Estate, Karawang Regency, West Java, with a production capacity of 21.000 tons/year and operating 330 days/year. The raw materials used are potassium chloride (4.097.02 kg/hour) and water (960.59 kg/hour).

The company is a Limited Liability Company (PT) with a line and staff organizational structure. The company is led by a director and employs 170 people.

The economic analysis shows an after-tax profit of Rp. 135.582.020.716,35/year, Break Event Point (BEP) at 44%, ROI of 24%, and POT of 2, 88 years. Economic analysis shows that a KOH plant with a capacity of 21.000 tons/year is feasible to be established.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan saat ini, Indonesia seharusnya berbenah diri dan meningkatkan sumber daya manusia, salah satunya dengan peningkatan pembangunan dibidang industri. Beberapa hal yang mendorong berdirinya suatu industri adalah besarnya permintaan pasar akan suatu produk dan ketersediaan bahan baku. Perkembangan industri yang pesat menandakan bahwa Negara tersebut mengalami kemajuan. Industri kimia merupakan industri yang vital dan strategis bagi setiap bangsa termasuk Indonesia, mengingat industri ini mempunyai keterkaitan dengan pengembangan industri lainnya dan berbagai kegiatan ekonomi. Akhir-akhir ini pembangunan industri kimia di Indonesia sudah mulai dikembangkan, dalam memenuhi kebutuhan kimia baik yang digunakan sebagai bahan baku atau bahan jadi dalam industri kimia. Kalium hidroksida salah satu bahan kimia yang semakin populer dibutuhkan di industri.

Kalium hidroksida atau biasa disebut dengan *potassium hydroxide*, *caustic potash*, *potassia*, dan *potassium hydrate* adalah senyawa anorganik dengan rumus kimia KOH dimana unsur Kalium (K^+) mengikat sebuah gugus hidroksil (OH^-) termasuk dalam golongan *heavy chemical industry* dan merupakan basa kuat. Bahan kimia yang diproduksi dalam partai besar dan harga murah dengan industri lain sebagai konsumen utama merupakan *Heavy chemical*. KOH berfungsi sebagai bahan baku pendukung pada industri pupuk, industri tekstil, fosfat, kimia agro (*Agro Chemical*), baterai *alkaline*, dan pada industri sabun sebagai bahan pemucat. Di pasaran, KOH biasa dijual dalam fasa padat berbentuk kristal dan juga fasa cair dengan konsentrasi sebesar 45 – 50% (Hapsari, 2018).

Tingkat kebutuhan dan konsumsi kalium hidroksida di Indonesia terus bertambah dari tahun ke tahun secara signifikan seiring dengan perkembangan industri di Indonesia. Selama ini kebutuhan kalium hidroksida di Indonesia didapatkan dengan impor dari berbagai industri di Eropa maupun di Asia. Kebutuhan kalium hidroksida di dalam negeri maka didirikanlah pabrik kalium hidroksida ini. Agar Indonesia mampu mengurangi impor dan bisa menaikkan devisa negara dengan cara ekspor kalium hidroksida tersebut. Dengan didirikannya pabrik KOH ini dapat merangsang pertumbuhan industri - industri lain di Indonesia. Selain itu mempunyai potensi yang cukup besar dan mampu mengatasi sempitnya lapangan kerja, sehingga dapat mengurangi pengangguran (Miyah, 2020).

Proses produksi kalium hidroksida dapat menggunakan 2 cara yaitu dengan proses *boiling* dan proses elektrolisis. Proses *boiling* secara keseluruhan merupakan proses yang sederhana dan mudah untuk dilakukan, bahan baku yang digunakan pun harganya relatif murah dan cukup mudah didapatkan. Proses ini sudah banyak ditinggalkan pada akhir abad ke-19 karena konsentrasi KOH yang dihasilkan rendah dan beralih ke proses elektrolisis yang menghasilkan konsentrasi KOH lebih tinggi (Adhitia, 2023).

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Kebutuhan Kalium Hidroksida (KOH) Dalam Negeri

Kebutuhan KOH di Indonesia dipenuhi dari impor luar negeri, sehingga data jumlah impor menunjukkan total peminatan pasar dalam negeri. Berdasarkan data yang diperoleh dari (UNdata, 2024) jumlah impor KOH di Indonesia dari tahun 2018-2022 dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Impor Kalium Hidroksida di Indonesia Tahun 2018-2022

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	% Pertumbuhan
2018	18.591	-
2019	20.252	0,0893

2020	18.973	-0,0631
2021	22.009	0,1600
2022	20.003	-0,0911
Rata-rata		0,0237

Sumber: Undata, 2024

Berdasarkan data pada Tabel 1.1 dapat diprediksi impor kalium hidroksida di Indonesia tahun 2029 dengan menggunakan metode elektrolisis yang dapat dilihat pada persamaan (1.1)

$$M_1 = P((1+i)^n) \quad (1.1)$$

Dimana:

P = Data besarnya impor pada tahun 2022

i = Rata-rata kenaikan impor pertahun

n = Selisih tahun 2022 dan 2029

$$M_1 = M_5$$

Menghitung nilai konsumsi dalam negeri tahun 2029

Konsumsi dalam negeri (M_5) diasumsikan sama dengan nilai impor (M_1) karena Indonesia melakukan impor berdasarkan pemenuhan konsumsi dalam negeri di tahun sebelumnya, sehingga untuk menentukan nilai konsumsi didasarkan dengan nilai impor dan juga disebabkan belum adanya pabrik KOH di Indonesia.

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

$$= 20.003(1+0,0237)^7$$

$$= 23.577,56 \text{ ton}$$

Pabrik berdiri sehingga impor diberhentikan, maka

$$M_1 = 0$$

Karena di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi, maka

$$M_2 = 0$$

$$M_4 = 0$$

Untuk menghitung kapasitas pabrik baru yang akan didirikan pada tahun 2029, maka dapat digunakan persamaan (1.2)

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5 \quad (1.2)$$

Dimana:

M_1 = Nilai impor (ton)

M_2 = Produksi pabrik dalam negeri (ton)

M_3 = Kapasitas produksi pabrik baru (ton)

M_4 = nilai ekspor (ton)

M_5 = konsumsi dalam negeri (ton)

Sehingga kapasitas pabrik kalium hidroksida yang akan didirikan pada tahun 2029 yaitu:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

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

$$M_3 = (0 + 23.577,56 \text{ ton}) - (0 + 0) \text{ ton}$$

$$M_3 = 23.577,56 \text{ ton/tahun}$$

$$M_3 = 23.577,56 \text{ ton/tahun} \times 90\%$$

$$M_3 = 21.000 \text{ ton/tahun}$$

Perkiraan kebutuhan KOH di dunia pada tahun 2029 mencapai hingga 23.577,56 ton/tahun. Berdasarkan kebutuhan KOH di Indonesia pada tahun 2022 yaitu 20.003 ton dan kapasitas produksi di dunia, maka pabrik yang akan di bangun rencananya akan menutupi 90% dari kebutuhan KOH di dunia yaitu 21.000 ton/tahun. Kapasitas produksi 21.000 ton/tahun diharapkan dapat memenuhi kebutuhan KOH di dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan impor dan memberikan lapangan pekerjaan baru. KOH yang tersisa dapat di ekspor ke negara-negara tetangga untuk menambah devisa negara serta menambah tingkat perekonomian masyarakat Indonesia. Penetapan kapasitas tersebut diambil berdasarkan pertimbangan:

1. Pabrik yang didirikan dapat memenuhi kebutuhan impor sehingga dapat meningkatkan devisa negara.
2. Produk berlebih dapat diekspor sehingga meningkatkan pertumbuhan nasional.
3. Kapasitas pabrik tidak melebihi dari kapasitas maksimal yang sudah ada.
4. Pabrik yang didirikan diharapkan dapat membuka lapangan pekerjaan.

1.2.2 Kapasitas Pabrik Kalium Hidroksida

Kapasitas pabrik KOH yang telah ada dapat dijadikan acuan dalam memilih kapasitas pabrik. Kapasitas pabrik KOH yang telah beroperasi di Negara Cina dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Kapasitas pabrik kalium hidroksida di Cina

Industri	Kapasitas (Ton/Tahun)
Bangyou Chemical Products Co., Ltd.	20.000
Luoyang Jingyu Chemical Co., Ltd.	80.000
Chengdu Huarong Chemical Co Ltd	70.000
Total	170.000

Sumber: (dikutip dari Miyah, N. S., & Yunna, A . S. M., 2020)

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada di atas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan. Dari tabel kapasitas produksi maksimal pabrik KOH adalah 80.000 ton/tahun oleh Louyang Jingyu Chemical Co., Ltd di China, sementara kapasitas minimal yang ada berasal dari Bangyou Chemical Products Co., Ltd di China dengan kapasitas 20.000 ton/tahun.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama pembuatan KOH dalam metode ini berupa kalium klorida (KCl) dan Air (H_2O). Bahan baku kalium klorida diperoleh dari PT. Timuraya Tunggal dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun. Sedangkan air dapat diperoleh dari fasilitas Water Treatment Plant (WTP) yang dikelola oleh pengelola kawasan industri Surya Cipta. WTP ini berfungsi untuk mengolah air baku menjadi air bersih sesuai dengan standar mutu industri, serta memastikan ketersediaan pasokan air yang stabil dan berkelanjutan bagi para tenant di kawasan tersebut.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Menurut Peters & Timmerhaus, 1991 Secara geografis, penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi minimum yang dapat diperoleh dari pabrik yang akan didirikan.

Pemilihan lokasi pabrik secara umum bisa dikelompokkan berdasarkan dua alasan pemilihan, mendekati tempat bahan baku berada atau memiliki akses yang mudah, murah dan cepat ke konsumen. Alasan pemilihan tersebut perlu mempertimbangkan biaya pengiriman dan transportasi, sarana dan prasarana di daerah sekitar serta kebijakan pemerintah daerah setempat. Selain itu juga pemilihan lokasi pabrik juga berdasarkan keuntungan ekonomi dan keuntungan sosial kemasyarakatan dari akibat pemilihan lokasi (Adhitia, 2023).



Gambar 1.1 Peta Lokasi Pendirian Pabrik Kalium Hidroksida
(Sumber: Google Earth, 2024)

Pabrik kalium hidroksida dengan kapasitas 21.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Surya Cipta, Desa Kutamekar, Kecamatan Ciampel, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. Pemilihan ini berdasarkan pertimbangan atas faktor-faktor berikut (Peters & Timmerhaus, 1991):

1. Sumber Bahan Baku

Lokasi pendirian Pabrik Kalium Hidroksida sebaiknya berada di daerah dekat dengan bahan baku, tempat pemasaran produk, dan sarana transportasi baik itu didarat maupun dilaut agar memudahkan untuk mengirimkan produk kepada konsumen. Bahan baku yaitu Kalium Khlorida atau KCl diperoleh dari PT. Timuraya Tunggal, Kabupaten Karawang dan bahan baku berupa air diperoleh dari WTP kawasan industri surya cipta.

2. Pemasaran Produk

Kebutuhan akan kalium hidroksida di Indonesia menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun karena semakin banyak industri di Indonesia yang membutuhkan kalium hidroksida sebagai bahan baku untuk proses produksinya. Maka dari itu, pemasaran merupakan hal yang sangat penting karena pemasaran mempengaruhi pabrik tersebut akan mendapatkan keuntungan seberapa banyak atau malah mengalami kerugian. Sebagian besar industri kimia yang ada di Indonesia terpusat di Pulau Jawa, maka sebagian besar produk kalium hidroksida yang diproduksi akan dipasarkan di sekitar Pulau Jawa. Beberapa industri besar seperti PT. Pupuk Kujang, PT. Unilever, PT. Wings Surya, PT. Wilmar Bioenergi Indonesia dan PT. Eveready Battery Indonesia.

3. Sarana Transportasi

Pembelian untuk bahan baku proses produksi dan pendistribusian produk hasil produksi dapat dilakukan melalui jalur laut maupun jalur darat. Untuk Wilayah Kabupaten Karawang, sarana transportasi seperti jalan tol, pelabuhan, kereta api dan jalan pantura mudah untuk dijangkau sehingga memudahkan untuk membeli bahan baku dan distribusi hasil produksi.

4. Utilitas

Utilitas yang digunakan pada perancangan pabrik ini yaitu berupa air yang kami peroleh dari WTP kawasan industri Surya Cipta untuk memenuhi kebutuhan air proses, air pendingin, air pembangkit *steam*, dan air untuk kebutuhan sanitasi. Selain itu juga ada kebutuhan listrik untuk keperluan penerangan pabrik dan alat-alat proses produksi yang kami dapatkan dari Pembangkit Listrik PLTGU Jawa-1 Cilamaya, Karawang. Sumber listrik utamanya berasal dari grid PLN yang dipasok oleh PLTGU Jawa 1. Bahan bakar yang digunakan untuk operasional boiler dan sistem pembangkitan uap (*steam*) adalah *fuel oil*, yang berfungsi sebagai sumber energi panas dalam proses pembakaran untuk menghasilkan uap .

5. Ketersediaan Air

Pendirian pabrik kalium hidroksida membutuhkan air yang cukup banyak, karena selain digunakan pada sistem utilitas, air juga merupakan bahan baku proses produksi kalium hidroksida. Air diperoleh dari WTP kawasan industri Surya Cipta Kabupaten Karawang.

6. Tenaga kerja

Kawasan industri menjadi salah satu tujuan bagi para pencari kerja di seluruh penjuru negeri. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan dalam pabrik adalah tenaga kerja dengan latar belakang berpendidikan kejuruan dan sarjana sesuai dengan bidangnya. Kedisiplinan dan pengalaman juga menjadi faktor dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga tenaga kerja yang akan diterima merupakan tenaga kerja berkualitas.

1.4 Tinjauan Pustaka

Proses pembuatan kalium hidroksida dapat dilakukan melalui dua macam proses, yaitu pembuatan kalium hidroksida dengan proses *boiling* dan pembuatan kalium hidroksida dengan proses elektrolisis. Namun untuk setiap proses memiliki keunggulan dan kerugian serta membutuhkan bahan baku yang berbeda-beda.

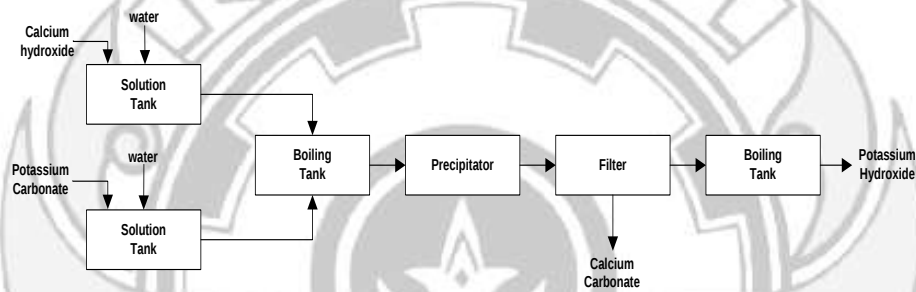
1.4.1 Proses Pembuatan

a. Proses *Boiling*

Proses *boiling* merupakan metode yang pertama kali digunakan untuk pembuatan kalium hidroksida (KOH). Proses ini menggunakan bahan baku kalium karbonat (K_2CO_3) dan kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$) dimana kedua bahan baku merupakan larutan jenuh yang sebelumnya dicampur dan dipanaskan untuk menguapkan sebagian air yang terkandung, sehingga akan membentuk larutan KOH dan endapan kalsium karbonat ($CaCO_3$) (Hapsari, 2018).

KOH dibuat dengan proses *boiling* melalui reaksi metatesis dengan menambahkan kalium karbonat/*potash* (K_2CO_3) dengan larutan basa kuat kalium hidroksida (KOH), dan menghasilkan endapan kalsium karbonat dan meninggalkan kalium hidroksida dalam larutan. Kedua bahan baku akan melalui proses pendidihan dan penguapan sebagian air yang terkandung sehingga terbentuk endapan. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan dari endapan kalsium karbonat tersebut dan menghasilkan kalium hidroksida ("Potas dikalsinasi atau potas api") (Miyah, 2020).

Reaksi yang terjadi : $Ca(OH)_{2(aq)} + K_2CO_{3(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + 2KOH_{(aq)}$



Gambar 1.2 Skema pembuatan kalium hidroksida dengan proses boiling (Sumber: Adhitia, 2023).

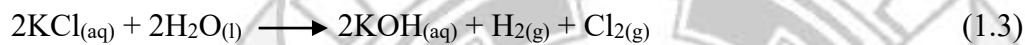
Kelebihan proses *boiling* adalah lebih mudah dan sederhana, dan bahan bakunya mudah ditemukan. Namun, proses *boiling* memiliki banyak kekurangan, seperti konversi hanya 45% hingga 50%, yang membuatnya masih dianggap rendah dan tidak maksimal, bahan baku yang digunakan cukup banyak sehingga tidak efisien dalam produksi, hasil samping produksi lebih rendah yang mengakibatkan harga jual yang lebih tinggi, dan bahan baku yang tidak tersedia (Miyah, 2020).

Proses *boiling* secara keseluruhan merupakan proses yang sederhana dan mudah untuk dilakukan. Akan tetapi proses ini sudah banyak ditinggalkan pada akhir abad ke-19 karena alasan tidak ekonomis, dikarenakan bahan baku yang dipergunakan relatif banyak dan tidak efisien serta konversi KOH yang dihasilkan kecil (O'Brien et al., 2005).

b. Proses Elektrolisis

Proses elektrolisis pada pembuatan KOH menggunakan kalium klorida (KCl) secara industri biasa disebut dengan istilah industri *chlor-alkali* karena proses tersebut akan menghasilkan gas klorin (ASC AGC Group, 2024).

Proses elektrolisis dimulai dengan melarutkan padatan KCl dengan air pada mixer, yang kemudian akan dimasukkan ke reaktor elektrolisis. Proses elektrolisisnya menghasilkan reaksi berikut:



Pada bagian anoda, KCl akan terionisasi menjadi ion K^+ dan ion Cl^- dimana ion K^+ ini nantinya akan berikatan dengan ion OH^- yang merupakan hasil ionisasi H_2O pada katoda untuk membentuk KOH. Sementara ion Cl^- pada anoda akan bergabung membentuk gas klorin (Cl_2) dan ion H^+ pada katoda akan bergabung untuk membentuk gas hidrogen (H_2).

Pada bagian anoda reaksi yang terjadi:



Pada bagian katoda reaksi yang terjadi:



Hampir semua pabrik kimia saat ini menggunakan proses elektrolisis dengan menggunakan KCl untuk menghasilkan KOH. Alasan mengapa proses ini sangat populer adalah karena

menghasilkan KOH dengan konversi lebih tinggi dari pada KOH yang dihasilkan melalui proses *boiling* ((O'Brien, 2005).

Selain itu, pemilihan proses elektrolisis sebagai metode untuk membuat kalium hidroksida dipilih karena beberapa pertimbangan antara lain:

1. Pada proses elektrolisis konsumsi energinya lebih efisien. Hal ini dapat dilihat untuk besar energi yang sama, larutan KOH yang dihasilkan akan memiliki konsentrasi yang lebih besar atau lebih pekat.
2. Bahan baku yang digunakan pada proses elektrolisis merupakan senyawa netral yaitu KCl, sehingga pretreatment di awal hampir tidak ada dan walaupun ada prosesnya tidak terlalu rumit.
3. Produk samping yang dihasilkan dari proses memiliki nilai jual yang cukup tinggi.

Dalam hal elektrolisis, ada beberapa proses tambahan yang terkait dengan sel pemisah yang digunakan selama proses. Proses-proses tersebut antara lain elektrolisis KCl dengan menggunakan sel diafragma, elektrolisis dengan menggunakan sel merkuri, dan elektrolisis dengan menggunakan membran sel (Adhitia, 2023).

1. Elektrolisis KCl dengan menggunakan sel diafragma

Diafragma sel terbuat dari asbestos dan larutan KCl yang mengalir ke katoda melalui anoda. Pemasangan anoda dan katoda berguna untuk memisahkan gas klorin dan hidrogen yang mudah bereaksi satu sama lain agar tidak tercampur satu sama lain. Level anoda lebih tinggi untuk mencegah efek buruk pada sel diafragma. Pada proses ini, sel diafragma dipasang untuk mencegah *anolyte* dan *catolyte* bercampur selama proses elektrolisis. Ini dilakukan untuk mencegah ion H^+ kembali ke anoda dan hanya ion K^+ yang bergerak ke katoda untuk berikatan dengan ion OH^- .

Jika ion H^+ bergerak ke katoda dan berikatan dengan ion Cl^- , maka akan terbentuk HCl , yang dapat mengurangi efisiensi arus katoda (O'Brien, 2005).

Keuntungan menggunakan sel diafragma adalah syarat kualitas untuk larutan garam (*brine*) dan konsumsi energi listrik yang digunakan rendah. Namun karena produk yang dihasilkan memiliki konsentrasi rendah maka membutuhkan lebih banyak *steam* untuk meningkatkan konsentrasi produk pada evaporator dan karena produk mengandung banyak pengotor sehingga perlu dilakukan pemurnian lebih lanjut (Brinkmann et al., 2014).

2. Elektrolisis KCl dengan menggunakan sel merkuri

Proses elektrolisis dengan cara ini sedikit berbeda dengan dua cara lainnya. Proses ini memiliki dua alat utama, yaitu *electrolyzer* dan dekomposer.

Reaksi yang terjadi pada *electrolyzer*:



Pada bagian katoda ion K^+ bereaksi dengan ion Hg^-

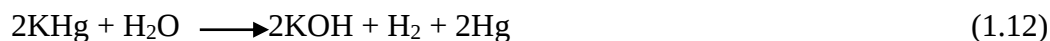


Sedangkan pada bagian anoda ion Cl^- membentuk gas Cl_2



Amalgam KHg selanjutnya disirkulasikan ke dekomposer untuk mengionisasi ion K^+ dan mengikat ion OH^- membentuk senyawa KOH . Pada dekomposer akan terjadi proses pembentukan gas H_2 sementara merkuri selanjutnya akan terendapkan sebelum diresirkulasi ke *electrolyzer*.

Reaksi yang terjadi pada dekomposer:



Proses menggunakan sel merkuri memiliki kelebihan produk yang dihasilkan memiliki konsentrasi 50% berat KOH tanpa harus melewati evaporator. Brinkmann et al. (2014)

menyatakan bahwa sel merkuri membutuhkan arus listrik yang lebih besar dibandingkan dengan sel diafragma dan juga membutuhkan bahan baku dengan sedikit atau tanpa pengotor logam (membutuhkan larutan garam dengan kemurnian tinggi). Selain itu proses ini juga menghasilkan limbah yang mengandung merkuri ke lingkungan (Kirk dan Othmer, 1998).

3. Elektrolisis KCl dengan menggunakan membran sel

Proses sel membran pada industri *chlor-alkali* mulai dikembangkan pada awal tahun 1970-an. Pengembangan sel membran didasarkan atas kekhawatiran terhadap limbah merkuri yang mencemari lingkungan. Brinkmann et al. (2014) menyatakan bahwa pada tahun 1975 proses sel membran dipasang untuk pertama kali di Jepang. Sejak tahun 1990-an teknik sel membran dianggap sebagai teknik mutakhir untuk memproduksi *chlor-alkali* (Ullmann's, 2005).

Elektrolisis KCl dengan membran sel memiliki cara kerja yang sama dengan proses elektrolisis sel diafragma, dimana diafragma digantikan oleh membran semi permeabel yang berfungsi sebagai alat penukar ion sehingga level pada anolyte tidak perlu dijaga agar lebih tinggi daripada catolyte karena bahan untuk membran sel yang digunakan mampu untuk meloloskan ion K^+ dari *anolyte* ke *catolyte* dan menahan ion OH^- untuk tidak masuk *anolyte*. Reaksi yang terjadi pada anoda dan katoda untuk proses ini sama dengan reaksi pada anoda dan katoda proses elektrolisis pada umumnya. Elektrolisis KCl dengan membran sel merupakan proses atau teknologi yang paling baru di antara kedua proses lainnya (Safitri & Meutia, 2020).

Proses pada sel membran pertama larutan garam jenuh masuk ke dalam sel pada bagian anoda, kemudian larutan garam terurai pada bagian anoda dan air terelektrolisis pada bagian katoda. Reaksi yang terjadi yaitu:

Reaksi yang terjadi pada anoda:



Reaksi yang terjadi pada katoda:



Kemudian produk KOH yang terbentuk bermigrasi ke arah katoda. Produk KOH yang terbentuk memiliki konsentrasi sekitar 30 – 33% berat. Kemudian produk yang terbentuk akan ditingkatkan konsentrasinya pada evaporator hingga mencapai konsentrasi sekitar 50% berat (Adhitia, 2023).

Teknik sel membran memiliki keuntungan menghasilkan produk yang sangat murni sehingga tidak perlu proses pemurnian lebih lanjut. Energi yang digunakan lebih sedikit daripada menggunakan proses sel merkuri yaitu sekitar 2,35 – 4,00V dan konsentrasi yang dihasilkan juga lebih tinggi dibandingkan proses diafragma. Selain itu, proses ini tidak menggunakan merkuri dan asbestos proses sel membran lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan sel diafragma dan sel merkuri (Adhitia, 2023).

Dari perbandingan ketiga proses elektrolisis tersebut, proses elektrolisis KCl menggunakan sel membran yang dipilih untuk merancang pabrik ini dengan beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Teknologi membran sel tidak menggunakan senyawa berbahaya seperti merkuri dan asbestos pada sel diafragma yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan.
2. Membutuhkan energi yang lebih rendah dibandingkan dengan sel yang lain.
3. Biaya yang operasional lebih murah dibandingkan dengan sel lain.
4. Tidak perlu menjaga level anoda dan katoda.

5. Menghasilkan produk KOH dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

Tabel 1.3 Perbandingan Metode pada Proses Pembuatan KOH

Parameter	Macam Proses	
	Boiling	Elektrolisis
Bahan Baku Utama	K_2CO_3 dan CaO	KCl
Proses	Pelarutan dan Pengendapan	Pemisahan dan elektrolisis
Bahan Baku	$Ca(OH)_2$, H_2O	H_2O
Produk Samping	$CaCO_3$	H_2 , Cl_2
Suhu Operasi	$105^\circ C$	$90^\circ C$
Aliran Proses	Sederhana	Kompleks
Utilitas	Mahal	Ekonomis
Konversi	45% - 50%	88,20%

Sumber: (dikutip dari Miyah, N. S., & Yunna, A. S. M., 2020)

1.4.2 Kegunaan Produk

a. Kegunaan Kalium Hidroksida

Larutan kalium hidroksida digunakan secara luas dalam industri, mulai dari makanan dan kebutuhan rumah tangga hingga produksi pertanian dan kaca. Selain itu digunakan sebagai elektrolit dalam produksi baterai alkaline, produksi biodiesel, dan sebagai bahan penghilang es (*deicers*) dari bandara pacu (Vynova Group, 2019).

Kalium hidroksida dapat digunakan dalam pembuatan campuran cair karena memiliki kelarutan dan indeks garam yang tinggi. Diketahui bahwa cairan KOH dapat meningkatkan hasil tanaman dan toleransi terhadap kekeringan (Vynova Group, 2019).

Menurut Wastec International, 2024 Penggunaan kalium hidroksida dalam industri yaitu:

1. Pengolahan minyak dan lemak

Digunakan untuk menghilangkan asam lemak bebas dari minyak dan lemak dalam proses pemurnian minyak. Ini juga digunakan untuk menghasilkan biodiesel, di mana KOH digunakan untuk mengubah trigliserida menjadi metil ester melalui reaksi transesterifikasi.

2. Industri kimia dan farmasi

KOH digunakan dalam pembuatan berbagai bahan kimia penting, termasuk kalium karbonat (K_2CO_3), kalium klorida (KCl), dan berbagai garam kalium lainnya. Selain itu, dalam industri farmasi, KOH digunakan dalam sintesis obat-obatan, terutama dalam pembuatan larutan alkali untuk pengobatan beberapa kondisi medis.

3. Pembersih industri dan detergen

Karena sifatnya yang sangat basa, KOH digunakan dalam pembersih industri untuk membersihkan permukaan logam, pipa, dan peralatan lainnya. Larutan KOH juga digunakan dalam pembuatan detergen cair yang digunakan dalam rumah tangga dan industri.

4. Pengolahan karet dan plastik

Dalam industri karet dan plastik, KOH digunakan untuk mengolah bahan mentah dan meningkatkan kualitas produk akhir. Kalium hidroksida membantu dalam penghilangan kotoran dan mengontrol pH selama proses pembuatan karet sintetis dan produk plastik lainnya.

5. Produksi biodiesel

Kalium hidroksida juga berperan dalam proses transesterifikasi untuk produksi biodiesel, di mana ia bertindak sebagai katalisator untuk mengubah minyak nabati atau lemak hewani menjadi biodiesel dan gliserol. Proses ini semakin populer karena biodiesel adalah alternatif ramah lingkungan untuk bahan bakar fosil.

BAB XI

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan prarancangan pabrik kalium hidroksida dengan kapasitas 21.000 ton/tahun, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kapasitas rancangan pabrik kalium hidroksida direncanakan 21.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
2. Bentuk hukum perusahaan direncanakan Perseroan Terbatas (PT) yang didirikan di kawasan Industri Surya Cipta, Karawang Jawa Barat.
3. Aspek ekonomi

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pra rancangan pabrik kalium hidroksida layak didirikan dengan data sebagai berikut:

Return of Invesment (ROI) = 24%

Pay Out Time (POT) = 2,91 tahun

Break Event Point (BEP) = 45%

Interest Rate of Return (IRR) = 18%

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitia, Y. (2023). Prarancangan Pabrik Kalium Hidroksida (Koh) Dari Kalium Klorida (Kcl) Dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 30.000 Ton/Tahun (Perancangan Reaktor Elektrolisis (Re-201)). *Skirpsi*. Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- ASC AGC Group, PT Asahimas Chemical. (2024). Proses Klor Alkali. Diakses pada tanggal 28 Januari 2025, dari <https://www.asc.co.id/index.php/id/produk/proses/proses-klor-alkali>
- Bank Indonesia. (2025). *Laporan Perekonomian Indonesia 2025*. Bank Indonesia.
- Brinkmann, T., Santonja, G. G., Schorcht, F., Roudier, S., & Sancho, L. D. (2014). *JRC Science and Policy Reports: Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Chlor-alkali*. Luxembourg: European Union.
- Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. John Wiley & Sons.
- Considine, & Douglas M. 1985. *Instruments and Controls Handbook*. 3rd Edition. USA: Mc.Graw-Hill, Inc
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. (1996). *Chemical Engineering: Volume 6, Chemical Engineering Design* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Geankoplis, C. J. (1993). *Transport Processes and Unit Operations* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Hapsari, C. Y., & Cahyana, P.D. (2018). *Prarancangan Pabrik Kalium Hidroksida dari Kalium Klorida dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 15.000 Ton/Tahun*. (Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, 2018). Diakses dari <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/12000>

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri LHK No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*.
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill.
- Kirk, R. E., & Othmer, D. F. (1998). *Encyclopedia of Chemical Technology* (4th ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
- Matches. (2014). *Matches' Process Equipment Cost Estimates*. Matches Engineering.
- Miyah, N. S., & Yunna, A. S. M. (2020). Pra Rancangan Pabrik Kalium Hidroksida Dari Kalium Klorida Dengan Proses Elektrolisa Kapasitas Produksi 25.000 Ton/Tahun. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- O'Brien, T. F., Bommaraju, T. V., & Hine F. (2005). *Handbook of Chlor-Alkali Technology Volume I: Fundamentals*. New York: Springer Science+Business Media, Inc.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)*.
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan (Permanker) RI. (2018) Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) No. 5 Tentang Nilai Ambang Batas (NAB) Faktor Fisika Dan Kimia, Standar Faktor Biologi, Ergonomik, Dan Psikologi Serta Persyaratan Kebersihan Sanitasi.
- Perry, R. H., & Green, D. W. (1997). *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Perry, R.H. and green, D. W. (2007). *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th ed, Mc Graw Hill Book Company, Inc.* New York.

Peters, M. S., & Timmerhaus, K.D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* (4th ed.). New York: McGraw-Hill, Inc.

Powell, J. H. (1954). *Water Conditioning for Industry*. McGraw-Hill.

PubChem. (2024). *Compound Summary chlorine*. Diakses pada 24 November 2024, dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Chlorine>

PubChem. (2024). *Compound Summary hydrogen*. Diakses pada 24 November 2024, dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hydrogen>

PubChem. (2024). *Compound Summary potassium chloride*. Diakses pada 24 November 2024, dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Potassium-Chloride>

PubChem. (2024). *Compound Summary potassium hydroxide*. Diakses pada 24 November 2024, dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Potassium-Hydroxide>

PubChem. (2024). *Compound Summary potassium hydroxide*. Diakses pada 24 November 2024, dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Water>

Ramli, S. Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OHS Risk Management. Jakarta: Dian Rakyat; 2010.

Redjeki, S., 2016. Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Jakarta: Pusdik SDM Kesehatan.

Republik Indonesia. (2008). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2008 tentang Pajak Penghasilan*. Jakarta: Sekretariat Negara.

Saven, W. H. (1969). *Boiler Plant Operation*. Prentice Hall.

- Sinnott, R. K. (2005). *Coulson & Richardson's Chemical Engineering: Volume 6, Chemical Engineering Design* (4th ed.). Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbott, M. M. (2001). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics* (6th ed.). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Timuraya. (2022). *Potasium Chloride*. Diakses pada 29 Januari 2025, dari <https://timuraya.com/product/read/potassium-chloride-kcl>
- Ullmann's. (2005). *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* (7th ed.). Inggris: Wiley-VCH Verlag GmbH.
- Ulrich, G. D. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. Wiley.
- Undang-Undang Republik Indonesia. (1992). Nomor 23 Tahun 1992 Tentang Kesehatan
- UNdata. (2024). *Commodity: Potassium hydroxide (caustic potash)*. Diakses pada 12 Desember 2024, dari https://data.un.org/Data.aspx?q=potassium+hydroxide&d=ComTrade&f=_11Code%3a29%3bcmdCode%3a281520
- Vernandes, A. (2017). *Konsep Energi Bebas Gibbs dan Hubungannya dengan Kespontanan Reaksi*. Diakses pada 26 November 2024, dari <https://www.avkimia.com/2017/06/konsep-energi-bebas-gibbs-dan-hubungannya-dengan-kespontanan-reaksi.html>
- Vynova Group. (2019). *Vynova Pottasium Hydroxide Solution*. Diakses pada 25 November 2024, dari <https://www.vynova-group.com/products/potassium-derivatives/potassium-hydroxide-solution>
- Wastec International. (2024). Kalium Hidroksida: Pengertian, Sifat, dan Penggunaannya dalam Industri. Diakses pada tanggal 29 Januari 2025, dari

<https://wastecinternational.com/kalium-hidroksida-pengertian-sifat-dan-penggunaannya-dalam-industri/>

Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Yaws, C. L. (2009). *The Yaws Handbook of Thermodynamic and Physical Properties of Chemical Compounds*. Knovel.

Yuliani, H., 2014. Keselamatan dan kesehatan kerja. Yogyakarta: Depublish.

