

PRA RENCANA PABRIK

**PABRIK NATRIUM HIDROKSIDA DARI GARAM NaCl DENGAN
PROSES ELEKTROLISIS SEL MEMBRAN**



Disusun Oleh :

ADENIAH SETIABUDI

18031010075

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2022

PRA RENCANA PABRIK

**PABRIK NATRIUM HIDROKSIDA DARI GARAM NaCl DENGAN
PROSES ELEKTROLISIS SEL MEMBRAN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Kimia**



Disusun Oleh :

ADENIAH SETIABUDI

18031010075

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2022



PRA RENCANA PABRIK

"Pabrik Natrium Hidroksida Dari Garam NaCl Dengan Proses Elektrolisis Sel Membran"

LEMBAR PENGESAHAN PRA RENCANA PABRIK

"PABRIK NATRIUM HIDROKSIDA DARI GARAM NaCl DENGAN PROSES ELEKTROLISIS SEL MEMBRAN"

Disusun Oleh :

ADENIAH SETIABUDI


18031010075

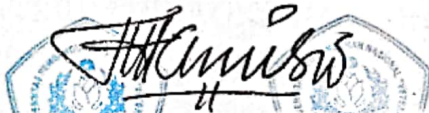
Telah Dipertahankan dan Diterima Dihadapkan oleh Tim Penguji
Pada Tanggal 9 September 2022

Tim Penguji

Pembimbing

1.

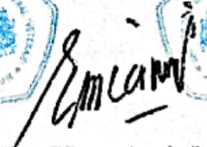

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT
NIP. 19570314 198603 2 001


Ir. Lucky Indrati Utami, MT
NIP. 19581005 198803 2 001

2.


Ir. Caecillia Pujiastuti, MT
NIP. 19630305 198803 2 001

3.


Ir. Ely Kurniati, MT
NIP. 19641018 199203 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Dr. Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60295 Telp. (031) 872179 Fax. (031)872257

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Adeniah Setiabudi

NPM : 18031010075

Program Studi : Teknik Kimia / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) PRA RENCANA (DESAIN) / ~~SKRIPSI~~ / TUGAS
AKHIR Ujian Lisan Periode September, TA 2022/2023.

Dengan judul : PRA RENCANA PABRIK NATRIUM HIDROKSIDA DARI GARAM NaCl
DENGAN PROSES ELEKTROLISIS SEL MEMBRAN

Dosen Penguji : 1. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT

()

2. Ir. Caecilia Pujiastuti, MT

()

3. Ir Ely Kurniati, MT

()

Surabaya, September 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

()

Ir. Lucky Indrati Utami, MT
NIP. 19581005 198803 2 001

Catatan: *) coret yang tidak perlu



KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan hidayat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida Dari Garam Industri Dengan Proses Elektrolisis Sel Membran. Penyusunan tugas akhir merupakan salah satu syarat yang ditempuh dalam program studi S-1 Teknik Kimia, serta untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penyusun mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Lucky Indrati Utami, MT selaku Dosen Pembimbing Pra Rencana Pabrik.
4. Kedua orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materil.
5. Segenap pihak yang telah membantu dalam penyusunan Pra Rencana Pabrik ini.

Akhir kata, penyusun menyampaikan maaf atas kesalahan yang terdapat dalam laporan tugas akhir ini. Penyusun berharap semoga dapat memenuhi syarat akademis dan bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan. Kritik dan saran yang bersifat membangun, penyusun butuhkan demi perbaikan Laporan Tugas Akhir Pra Rencana Pabrik ini.

Surabaya, 09 September 2022

Penyusun



INTISARI

Pabrik Natrium Hidroksida dengan proses elektrolisis sel membran akan dibangun di Manyar, Gresik, Jawa Timur. Pabrik ini beroperasi selama 24 jam dalam sehari, 330 hari dalam setahun dengan bahan baku yang digunakan berupa garam industri. Sodium hidroksida juga merupakan salah satu bahan kimia yang penting untuk industri-industri yang lain, seperti pada industri sabun, industri Natrium Hipoklorit sebagai disinfektan, industri tekstil, industri pulp, serta dapat digunakan secara langsung untuk mengendalikan tingkat keasaman atau pH karena memiliki sifat basa kuat.

Uraian singkat proses pembuatan natrium hidroksida dimulai dengan bahan baku yang digunakan berupa garam industri yang disimpan di tangki penyimpanan NaCl, lalu diangkut menggunakan belt conveyor dan bucket elevator menuju tangki pelarut untuk dilarutkan dengan air hingga diperoleh larutan garam. Proses ini berlangsung pada suhu ruangan. Larutan garam kotor yang terbentuk dipompa menuju reaktor pemurnian, dimana pada reaktor pemurnian terjadi pengikatan ion Ca^{2+} oleh Natrium Karbonat dan mengikat ion Mg^{2+} dengan menambahkan Kalsium Hidroksida yang dialirkan dari tangki penyimpanan menuju reaktor. Selanjutnya dari reaktor, larutan dipompa menuju clarifier untuk mengendapan sludge. Larutan garam yang telah bebas dari padatan keluar secara overflow ke tangki penampung. Kemudian larutan garam dipanaskan terlebih dahulu menggunakan heater sebelum menuju sel membran. Larutan garam selanjutnya dipompa menuju sel membrane, proses ini berlangsung pada suhu 80-95°C, dimana sel membrane yang digunakan berupa perfluorocarboxylic dan perfluorosulfonic acid untuk memisahkan katoda dan anoda. Larutan garam yang jenuh mengandung ion Na^+ dan Cl^- dialirkan melalui sel, dimana pada anoda ion klorida mengalami oksidasi menjadi gas klorin (Cl_2), sedangkan pada katoda ion hydrogen dalam air mengalami reduksi menjadi gas hydrogen (H_2). Pada proses penguapan diharapkan konsentrasi Natrium Hidroksida mencapai 50% dengan evaporator. Kemudian,



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Natrium Hidroksida Dari Garam NaCl Dengan Proses Elektrolisis Sel Membran”

larutan Natrium Hidroksida dilanjutkan menuju kristalizer dimana bertujuan untuk kristalisasi Natrium Hidroksida dengan bantuan air pendingin. Produk Kristal kemudian di umpangkan pada centrifuge untuk proses memisahkan kristal basah dan mother liquor. Filtrate berupa mother liquor dipompa kembali menuju kristalizer, sedangkan cake berupa kristal Natrium Hidroksida di umpangkan ke rotary dryer. Pada rotary dryer terjadi pengeringan kristal dengan batuan udara panas secara counter-current dari blower yang sudah dipanaskan dengan heater. Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone, dimana udara panas di buang ke udara bebas, sedangkan padatan diumpangkan secara bersamaan dengan produk dryer menuju ke cooling conveyor. Pada cooling conveyor produk di dinginkan sampai dengan suhu 30°C dengan bantuan air pendingin. Produk Kristal Natrium Hidroksida diumpangkan dengan bucket elevator menuju ke silo dan siap di packaging untuk kemudian dipasarkan dalam bentuk kristal.

Ketentuan pendirian pabrik natrium hidroksida dengan proses elektrolisis sel membran dapat disimpulkan sebagai berikut :

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Kapasitas produksi | : 59500 Ton/Tahun |
| 2. Operasi | : 330 hari/24 jam |
| 3. Bahan Baku | : Garam industri, Ca(OH) ₂ ,
Na ₂ CO ₃ dan HCl |
| 4. Utilitas | |
| a. Kebutuhan air | : 781.507.9336 m ³ /jam |
| b. Kebutuhan steam | : 88332.3924 lb/jam |
| c. Kebutuhan listrik | : 3240 kWh |
| 5. Lokasi pabrik | : Manyar, Gresik, Jawa Timur |
| 6. Bentuk perusahaan | : Perseroan Terbatas |
| 7. Struktur organisasi | : Garis dan staff |
| 8. Jumlah tenaga kerja | : 180 orang |
| 9. Analisa ekonomi | |
| a. Modal tetap (FCI) | : Rp. 385.154.374.978,00 |



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Natrium Hidroksida Dari Garam NaCl Dengan Proses Elektrolisis Sel Membran”

b. Modal kerja (WCI)	: Rp. 269.428.966.707,00
c. Investasi total (TCI)	: Rp. 654.583.341.685,00
d. Biaya produksi (TPC)	: Rp. 1.616.573.800.244,00
e. Waktu pengembalian modal (PBP)	: 3 Tahun 6 Bulan
f. Break Event Point (BEP)	: 36.95%



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES	II-1
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI INSTRUMETN DAN KESELAMATAN KERJA	VI-1
BAB VII UTILITAS	VII-1
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	VIII-1
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI.....	IX-1
BAB X ANALISA EKONOMI.....	X-1
BAB XI DISKUSI DAN KESIMPULAN	XI-1
APPENDIX A.....	APPENDIX-A-1
APPENDIX B	APPENDIX-B-1
APPENDIX C	APPENDIX-C-1
APPENDIX D.....	APPENDIX-D-1



DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Impor Sodium Hidroksida Tahun 2017-2021	I-3
Tabel I.2 Komposisi Garam Industri.....	I-5
Tabel I.3 Komposisi Sodium Karbonat	I-6
Tabel 1.4 Komposisi Kalsium Hidroksida.....	I-6
Tabel 1.5 Komposisi Asam Klorida.....	I-7
Tabel II.1 Seleksi Proses	II-10
Tabel VI. 1 Instrumentasi Pabrik	VI-4
Tabel VII.1 Syarat Air Pendingin dan Air Umpan Boiler	VII-6
Tabel VII.2 Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses dan Utilitas.....	VII-83
Tabel VII.3 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan	VII-85
Tabel VIII.1 Pembagian Luas Pabrik.....	VIII-14
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Karyawan Proses	IX-8
Tabel IX.2 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	IX-9
Tabel X.1 Biaya Total Produksi Dalam Berbagai Kapasitas.....	X-6
Tabel X.2 Modal Sendiri Pada Tahun Konstruksi	X-6
Tabel X.3 Modal Pinjaman Pada Tahun Konstruksi	X-6
Tabel X.4 Payback Periode.....	X-8



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Natrium Hidroksida Dari Garam NaCl Dengan Proses Elektrolisis Sel Membran”

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Data Impor NaOH Tahun 2017-2021	I.4
Gambar I.2 Peta Lokasi Pabrik	I-10
Gambar I.3 Peta Lokasi Pabrik Secara Geografis	I-10
Gambar II.1 Proses Pembuatan NaOH dengan Metode Lime Soda	II-2
Gambar II.2 Proses Pembuatan NaOH dengan Metode Elektrolisis	II-4
Gambar VIII.1 Peta Lokasi Pabrik	VIII-2
Gambar VIII.2 Peta Lokasi Pabrik Secara Geografis	VIII-2
Gambar VIII.3 Tata Letak Pabrik	VIII-15