

PRA RENCANA PABRIK

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



Disusun Oleh :

MUCH. AGUNG SARIFUDIN A.

18031010063

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 :

MUCH. AGUNG SARIFUDIN A.

18031010063

Telah Dipertahankan dan Diterima Dihadapkan oleh Tim Penguji
Pada Tanggal 18 Juli 2022

Tim Penguji

1.

Ir. Mu'tasim Billah, MS
NIP. 19600504 198703 1 001

2.

Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT
NIP. 19660621 199203 2 001

3.

Ir. Nana Dyah Siswati, M. Kes
NIP. 19600422 198703 2 001

Pembimbing

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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

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

Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

i



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Much. Agung Sarifudin A. R.




NPM : 18031010063

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

~~Telah mengerjakan revisi~~ / tidak ada revisi *) PRA RENCANA (DESAIN) / SKRIPSI /
TUGASAKHIR Ujian Lisan Periode VII, TA 2021/2022.

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

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1. Ir. Mutasim Billah, MT ()
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT ()
3. Ir. Nana Dyah Siswati, M. Kes ()

Surabaya, 18 Juli 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 kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan hidayat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Proposal Pra Rencana Pabrik dengan judul “Pabrik Natrium Hidroksida Dari Garam NaCl 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. Ir. Siswanto, MS selaku Dosen Penguji I Proposal Pra Rencana Pabrik.
5. Ir. Titi Susilowati, MT selaku Dosen Penguji II Proposal Pra Rencana Pabrik.
6. Kedua orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materil.
7. Segenap pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proposal Pra Rencana Pabrik ini.

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

Surabaya, 8 November 2021

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 rakyat. 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 Natrium Klorida yang diperoleh dari para petani garam 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 I ini terjadi pengikatan ion Ca^{2+} oleh Natrium Karbonat 58%. Setelah larutan keluar dari reaktor pemurnian I, lalu larutan dipompa menuju reaktor pemurnian II untuk mengikat ion Mg^{2+} dengan menambahkan Natrium Hidroksida 50% yang dialirkan dari tangki penyimpanan menuju reaktor pemurnian II. Selanjutnya dari reaktor pemurnian II, larutan dipompa menuju clarifier untuk mengendapkan 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



PRA RENCANA PABRIK

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

hydrogen dalam air mengalami reduksi menjadi gas hydrogen (H_2). Pada proses penguapan diharapkan konsentrasi Natrium Hidroksida mencapai 50% dengan evaporator. Kemudian, larutan Natrium Hidroksida dilanjutkan menuju kristalizer dimana bertujuan untuk kristalisasi Natrium Hidroksida dengan bantuan air pendingin. Produk Kristal kemudian di umpankan 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 umpankan 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 diumpankan secara bersamaan dengan produk dryer menuju ke cooling conveyor. Pada cooling conveyor produk di dinginkan sampai dengan suhu $30^{\circ}C$ dengan bantuan air pendingin. Produk Kristal Natrium Hidroksida diumpankan 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 : 59490 Ton/Tahun
2. Operasi : 330 hari/24 jam
3. Bahan Baku : NaCl, NaOH 50%, Na_2CO_3 , dan HCl
4. Utilitas
 - a. Kebutuhan air : 845066.23 m^3 /jam
 - b. Kebutuhan steam : 28738.5531 lb/jam
 - c. Kebutuhan listrik : 1583 kWh
5. Lokasi pabrik : Manyar, Gresik, Jawa Timur
6. Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas
7. Struktur organisasi : Garis dan staff



PRA RENCANA PABRIK

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

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 8. Jumlah tenaga kerja | : 190 orang |
| 9. Analisa ekonomi | |
| a. Modal tetap (FCI) | : Rp. 630.871.682.399,00 |
| b. Modal kerja (WCI) | : Rp. 237.739.185.314,00 |
| c. Investasi total (TCI) | : Rp. 868.610.867.713,00 |
| d. Biaya produksi (TPC) | : Rp. 1.426.435.111.885,00 |
| e. Waktu pengembalian modal (PBP) | : 3 Tahun 11.5 Bulan |
| f. Break Event Point (BEP) | : 32.61% |



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



PRA RENCANA PABRIK

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

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Kebutuhan Sodium Hidroksida Tahun 2017-2021	I-3
Tabel I.2 Komposisi Garam Rakyat	I-5
Tabel I.3 Komposisi Sodium Karbonat	I-6
Tabel I.4 Komposisi Sodium Hidroksida 50%	I-6
Tabel I.5 Komposisi Asam Klorida	I-7
Tabel II.1 Seleksi Proses	II-10
Tabel VI. 1 Instrumentasi Pabrik.....	VI-4
Tabel VII.1 Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses dan Utilitas	VII-84
Tabel VII.2 Kebutuhan Listrik Untuk Perancangan	VII-85
Tabel VII.3 Syarat Air Pendingin dan Air Umpan Boiler	VII-6
Tabel VIII.1 Pembagian Luas Pabrik	VIII-14
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Karyawan Proses.....	IX-7
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 Kebutuhan 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 II.3 Flow Diagram Pabrik NaOH	II-13
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