

**PRARANCANGAN PABRIK *SODIUM NITRATE* DARI *SODIUM*
HYDROXIDE DAN *NITRIC ACID* DENGAN
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat
untuk mendapatkan gelar sarjana



Disusun Oleh :

Trias Pramedikawati (2000020012)

Zinnia Teguh Sovienyanti (2000020052)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA
TAHUN 2023/2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK *SODIUM NITRATE* DARI *SODIUM
HYDROXIDE* DAN *NITRIC ACID* DENGAN
KAPASITAS 15.000 Ton/Tahun**

Yang telah dipersiapkan dan disusun oleh :

Trias Pramedikawati (2000020012)

Zinnia Teguh Sovienyanti (2000020052)

Telah disetujui oleh
Dosen pembimbing skripsi Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Ahmad Dahlan

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk mendapat gelar sarjana.

Dosen Pembimbing



(Firda Mahira Alfiata Chusna ,S.T., M. Eng)

NIPM 199309032019080111487281

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PRARANCANGAN PABRIK *SODIUM NITRATE* DARI *SODIUM HYDROXIDE* DAN *NITRIC ACID* DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Disusun oleh:

Trias Pramedikawati (2000020012)

Zinnia Teguh Sovienyanti (2000020052)

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 22 Maret 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Susunan Dewan Penguji:

Ketua : Firda Mahira Alfiata Chusna ,S.T., M. Eng

Anggota : 1. Dr. Eng., Farrah Fadhillah Hanum, S.T., M.Eng.

2. Ir. Adi Permadi, S.T., M.T., M.Farm., Ph.D

Yogyakarta, Maret 2024

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan



(Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T.)

NIPM 196608121996010110784324

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : 1. Trias Pramedikawati (2000020012)
2. Zinnia Teguh Sovieyanti (2000020052)

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang kami tulis ini dengan judul “Prarancangan Pabrik *Sodium Nitrate* Dari *Sodium Hydroxide* Dan *Nitric Acid* Dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun” benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang kami akui sebagai hasil tulisan atau pikiran kami sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil karya jiplakan, maka kami bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 19 Maret 2024

Yang membuat pernyataan



(Trias Pramedikawati)



(Zinnia Teguh Sovieyanti)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, tak lupa sholawat serta salam semogaselalu tercurahkan kepada Nabi besar kita Muhammad SAW. Berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan naskah Skripsi yang berjudul “Prarancangan Pabrik *Sodium Nitrate* dari *Sodium Hydroxide* Dan *Nitric Acid* Dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun”.

Skripsi prarancangan pabrik ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Dalam penyusunan naskah ini penyusun banyak sekali mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik yang secara langsung maupun tidak langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Muchlas, M.T. selaku Rektor Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
3. Bapak Agus Aktawan, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
4. Ibu Firda Mahira Alfiata Chusna, S.T., M. Eng. selaku dosen pembimbing atas bimbingan, saran, maupun motivasinya.
5. Orangtua, kakak, adik serta seluruh keluarga tercinta atas doa, semangat, dan dukungannya.
6. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan bantuan.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu baik secara moril maupun materil.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan naskah ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan naskah ini. Akhir kata penyusun berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan wawasan bagi penyusun khususnya maupun bagi para pembaca serta semua pihak pada umumnya.

HALAMAN PERSEMBAHAN

PENULIS 1

Alhamdulillahirabbil'alamin, rasa syukur yang sangat besar kepada Allah SWT atas ridha-Nya yang telah memberikan kelancaran untuk menyelesaikan penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir (TA) ini. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW yang semoga kita termasuk orang yang akan menerima syafaat beliau di hari akhir nanti. Sebagai ungkapan rasa terima kasih saya persembahkan hasil dan segala usaha pengerjaan tugas akhir ini kepada:

Diri saya sendiri yang mampu bertahan dan melewati segala hal yang terjadi semasa duduk di bangku sekolah hingga kuliah. Semoga apapun yang terjadi ke depannya saya bisa lebih kuat lagi dan diberi kemudahan agar bisa melewati segalanya untuk saya dan orang-orang tercinta.

Kedua orang tua saya, Bapak Yuwari dan Ibu Suyanti yang tidak pernah lelah mendoakan saya dan memberi kecukupan materi. Terima kasih selalu berjuang mencari nafkah untuk saya, semoga saya bisa membagikan dan dapat membahagiakan kalian kelak. Dan terimakasih kepada keua kakak saya yang telah memberikan supportnya selama ini.

Ibu Firda Mahira Alfiata Chusna ,S.T., M. Eng terima kasih banyak telah memberikan saya bimbingan, dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini. Serta dosen-dosen Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama di banku perkuliahan. Semoga segala kebaikan Bapak dan Ibu menjadi amal jariyah.

Syahrul Dwi Adi Candra yang selalu menjadi support system saya selama masa perkuliahan. Terima kasih telah selalu menemani saya jalan-jalan kemanapun untuk melepaskan penat dan menjadi tempat berkeluh kesah selama masa perkuliahan. Terima kasih atas support dan bantuannya. Semoga kelak dapat menjadi jodoh saya dan menjadi orang yang sukses.

Riyan, Ahyar, Amal, Sekar, Uswatun, Annis, Revi Terima kasih atas bantuan dan support selama masa studi kuliah. Terutama untuk Dedi dan Azhar saya ucapkan terima kasih banyak sudah membantu saya dalam mengerjakan Tugas akhir ini disaat saya kebingungan. Semoga kedepannya dapat dilancarkan jalan menuju kesuksesan. Serta teman-teman Angkatan 2020 dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu saya ucapkan terimakasih. Semoga Allah melimpahkan Rahmat-Nya pada kalian semua, Aamiin.

PENULIS 2

Alhamdulillahirabbil'alamin, berkat rahmat Allah SWT serta karunia, dan hidayah-Nya yang telah memberikan kesehatan, kemudahan, kelancaran untuk menyelesaikan skripsi ini. Rasa syukur kepada Allah SWT, serta sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad

SAW, yang telah membawa umatnya ke generasi yang kaya akan ilmu pengetahuan seperti sekarang ini. Semoga kita selalu senantiasa mengikuti jejak langkahnya dalam menjalani hidup ini. Dengan segala kerendahan hati serta teriring kasih dan sayang, kupersembahkan Skripsi ini kepada:

Kedua orang tua saya, Bapak Teguh Suprayitno dan Ibu Amah Maryati yang tidak pernah lelah mendoakan saya dan memberi kecukupan materi, terima kasih selalu berjuang mencari nafkah untuk saya, semoga saya bisa menjadi anak yang shalehah, membanggakan, serta dapat membahagiakan kalian kelak dan menjadi investasi ke surga karena sudah memperjuangkan saya untuk menjadi orang yang berilmu, baik dunia maupun akhirat.

Kedua saudara saya Risma Darmaningrum dan Shafa Teguh Darmayanti yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan bantuan selama perjalanan penulisan skripsi ini. Tanpa bantuanmu, pencapaian ini mungkin tidak akan terwujud.

Terima kasih atas kesabaranmu dalam mendengarkan setiap keluhan dan tantangan yang aku hadapi.

Almamaterku tercinta Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Terkhususnya dosen-dosen Teknik Kimia yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat.

Ibu Firda Mahira Alfiata Chusna, S.T., M.Eng. selaku pembimbing tugas akhir serta Ibu *Aster* Rahayu, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik terima kasih atas kesabarannya dalam memimbing dan membantu saya serta memberikan arahan kepada saya. Semoga kebaikan Bapak dan Ibu dibalas Allah SWT. Aamiin

Partner skripsi saya Trias Paramedikawati, termakasih karena telah bersabar dalam bekerja sama menyelesaikan skripsi ini. Dan Teman-teman seperjuangan skripsi dan angkatan 2020 Teknik Kimia Semoga kelak kita semua bisa sukses dijalannya masing-masing. Aamiin Aamiin

Semua pihak yang telah ikut membantu sampai saat ini yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, semoga Allah SWT melimpahkan Rahmat-Nya pada kalian semua

HALAMAN MOTTO

PENULIS 1

“Gagal hanya terjadi jika kita menyerah”

(B.J. Habibie)

“Kepercayaan pada diri sendiri adalah kunci utama menuju sukses”

(Trias Pramedikawati)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Hendaklah kamu berbuat baik kepada orang yang berbuat buruk kepadamu”

(HR.Ahmad)

“Kesabaran dan ketekunan akan menghasilkan kesuksesan”

(Thomas Edison)

“Berdoalah kepada-Ku, niscaya akan kuperkenankan bagimu”

(Q.S. Al-Mukmin: 60)

PENULIS 2

"Keberhasilan adalah perjalanan panjang dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat."

(Zinnia Teguh Sovieyanti)

"Pembelajaran tak pernah berhenti, karena hidup adalah proses belajar."

(Zinnia Teguh Sovieyanti)

"Kebahagiaan bukanlah sesuatu yang harus diraih, kamu masih bisa merasa bahagia selama proses mencapai sesuatu"

(Kim Namjoon)

"Jangan menuntut Tuhanmu karena tertundanya keinginanmu, tapi tuntut dirimu karena menunda adabmu kepada Allah"

(Ibnu Atha'illah As-Sakandari)

"Dan perumpamaan-perumpamaan ini Kami buat untuk manusia, dan tiada yang memahaminya kecuali orang-orang yang berilmu."

(Q.S Al Ankabut :43)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMBANG	xviii
ABSTRAK	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
I.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
I.2.1. Data Ekspor Impor	2
I.2.2. Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri.....	3
I.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	3
I.4. Tinjauan Pustaka	5
I.4.1. Dasar Reaksi.....	5
I.4.3. Mekanisme Reaksi	6
I.4.4. Pemilihan Proses	6
I.4.5. Tinjauan Kinetika	9
I.4.6. Tinjauan Termodinamika.....	10
BAB II URAIAN PROSES.....	13
II.1 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	13
II.2. Tahap Reaksi.....	14
II.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian	14
II.4. Diagram Alir Kualitatif.....	16
BAB III SPESIFIKASI BAHAN	13

III.1. Spesifikasi Bahan Baku	17
III.2. Spesifikasi Produk	18
BAB IV NERACA MASSA	19
IV.1 Neraca Massa Alat.....	19
IV.1.1. Neraca Massa Reaktor	19
IV.1.2. Neraca Massa Evaporator	19
IV.1.3. Neraca Massa <i>Crystallizer</i>	20
IV.1.4. Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	20
IV.1.5. Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	20
IV.2. Neraca Massa Total	21
IV.3. Diagram Alir Kuantitatif	22
BAB V NERACA PANAS	23
V.1. Neraca Panas Alat	23
V.1.1. Neraca Panas Reaktor	23
V.1.2. Neraca Panas Evaporator	23
V.1.3. Neraca Panas <i>Centrifuge</i>	23
V.1.4. Neraca Panas <i>Crystallizer</i>	24
V.1.5. Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	24
V.1.6. Neraca Panas <i>Condensor</i>	24
V.1.7. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01)	24
V.1.8. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-02)	25
V.1.9. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-03)	25
V.1.10. Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01).....	25
BAB VI SPESIFIKASI ALAT	26
VI.1. Tangki Penyimpanan.	26
VI.2. Pompa	26
VI.3. <i>Heat Exchanger</i>	28
VI.4. <i>Condensor</i>	28
VI.5. <i>Screw Conveyor</i>	29
VI.6. <i>Screw Conveyor</i>	29
VI.7. <i>Cooler</i>	30

VI.8. <i>Bucket Elevator</i>	30
VI.9. Silo	31
VI.10. Reaktor	32
VI.11. Evaporator	33
VI.12. <i>Crystallizer</i>	33
VI.13. <i>Centrifuge</i>	34
VI.14. <i>Rotary Dryer</i>	35
BAB VII UTILITAS	34
VII.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	36
VII.1.1. Unit Penyediaan Air	36
VII.1.2. Unit Pengolahan Air	38
VII.1.3. Kebutuhan Air	42
VII.2. Unit Pembangkit <i>Bucket Elevator</i>	43
VII.3. Unit Pembangkit Listrik	43
VII.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar	44
VII.5. Unit Pengolahan Limbah	44
VII.5.1. Limbah Cair	44
VII.5.2. Limbah Padat	45
VII.6. Unit Laboratorium	47
VII.6.1. Alat Utama Laboratorium	49
BAB VIII LAYOUT PABRIK DAN PERALATAN PROSES.....	50
VIII.1. Lokasi Pabrik	50
VIII.2. <i>Layout</i> Pabrik	52
VIII.3. <i>Layout</i> Peralatan	55
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN.....	55
IX.1. Organisasi Perusahaan	57
IX.2. Struktur Organisasi	57
IX.3. Tugas dan Wewenang	59
IX.3.1. Pemegang Saham	59
IX.3.2. Dewan Komisaris	59
IX.3.3. Direktur Utama	59

IX.3.4. Kepala Bagian	60
IX.3.5. Kepala Seksi	61
IX.4. Pembagian Jam Kerja	62
IX.4.1. Karyawan <i>Non-Shift</i>	62
IX.4.2. Karyawan <i>Shift</i>	62
IX.5. Perincian Tugas dan Keahlian	63
IX.6. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	64
IX.6.1. Karyawan <i>Non-Shift</i>	64
IX.6.2. Sistem Gaji	65
IX.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	65
IX.8. Manajemen Perusahaan	67
BAB X EVALUASI EKONOMI.....	68
X.1 Dasar Perhitungan	69
X.2. Perhitungan <i>Capital Investment</i>	75
X.2.1. <i>Capital Investment</i>	75
X.2.2. <i>Manufacturing Cost</i>	75
X.2.3. <i>General Expenses</i>	76
X.3. Analisis Kelayakan	76
X.3.1. <i>Percent Return on Investment(ROI)</i>	76
X.3.2. <i>Pay Out Time (POT)</i>	76
X.3.3. <i>Break Event Point (BEP)</i>	76
X.3.4. <i>Shut Down Point (SDP)</i>	77
X.3.5. <i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)</i>	77
XI.3.6. Hasil Perhitungan	77
X.4. Analisis Keuangan	81
X.5. Analisis Kelayakan	83
BAB XI KESIMPULAN	86
XI.1. Kesimpulan	86
X.2. Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	88

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Data Impor Produk <i>Sodium Nitrate</i> di Indonesia	2
Tabel I.2. Produksi <i>Sodium Nitrat</i> di Dunia	3
Tabel I.3. Impor <i>Sodium Nitrate</i> di Asia.....	3
Tabel I.4. Perbandingan Proses Pembuatan <i>Sodium Nitrate</i>	8
Tabel I.5. Keunggulan dan Kekurangan Proses Pembuatan <i>Sodium Nitrate</i>	9
Tabel I.6. <i>Nilai Entalphy</i> dan Energi Gibbs Komponen	11
Tabel III.1. Sifat Fisis Bahan Baku	17
Tabel III.2. Sifat Fisis Hasil Produk.....	18
Tabel IV.1. Neraca Massa Reaktor	19
Tabel IV.2. Neraca Massa Evaporator	19
Tabel IV.3. Neraca Massa <i>Crystallizer</i>	20
Tabel IV.4. Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	20
Tabel IV.5. Neraca Massa Evaporator	20
Tabel IV.6. Neraca Massa Total	21
Tabel V.1. Neraca Panas Reaktor	23
Tabel V.2. Neraca Panas Evaporator	23
Tabel V.3. Neraca Panas Evaporator	23
Tabel V.4. Neraca Panas <i>Crystallizer</i>	24
Tabel V.5. Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	24
Tabel V.6. Neraca Panas <i>Condensor</i>	24
Tabel V.7. Neraca Panas HE-01	24
Tabel V.8. Neraca Panas HE-02	25
Tabel V.9. Neraca Panas HE-03	25
Tabel V.10. Neraca Panas CL-01.....	25
Tabel VI.1. Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan.....	26
Tabel VI.2. Spesifikasi Alat Pompa.....	26
Tabel VI.3. Spesifikasi Alat Pompa.....	27
Tabel VI.4. Spesifikasi Alat Pompa.....	27
Tabel VI.5. Spesifikasi Alat Heat Exchanger	28

Tabel VI.6. Spesifikasi Alat <i>Condensor</i>	28
Tabel VI.7. Spesifikasi Alat <i>Screw Conveyor</i>	29
Tabel VI.8. Spesifikasi Alat <i>Screw Conveyor</i>	29
Tabel VI.9. Spesifikasi Alat <i>Cooler</i>	30
Tabel VI.10. Spesifikasi Alat <i>Bucket Elevator</i>	30
Tabel VI.11. Spesifikasi Alat Silo.....	31
Tabel VI.12. Spesifikasi Alat Reaktor	32
Tabel VI.13. Spesifikasi Alat Evaporator	33
Tabel VI.14. Spesifikasi Alat <i>Crystallizer</i>	33
Tabel VI.15. Spesifikasi Alat <i>Centrifuge</i>	34
Tabel VI.16. Spesifikasi Alat <i>Rotary Dryer</i>	35
Tabel VII.1. Kebutuhan Air Pembangkit <i>Steam</i>	42
Tabel VII.2. Kebutuhan Air Proses.....	42
Tabel VII.3. Kebutuhan Air Kantor	43
Tabel VII.4. Kebutuhan Air Total.....	43
Tabel VIII.1. Rincian Area Bangunan Pabrik <i>Sodium Nitrate</i>	53
Tabel IX.1. Jadwal Hari dan Jam Kerja Karyawan <i>Shift</i> Setiap Dua Minggu.....	63
Tabel IX.2. Komposisi dan Sistem Gaji Karyawan	65
Tabel X.1. Inks dari <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	70
Tabel X.2. Hasil perhitungan harga alat.....	72
Tabel X.3. <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	78
Tabel X.4. <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	78
Tabel X.5. <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	78
Tabel X.6. <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	79
Tabel X.7. <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	79
Tabel X.8. <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	79
Tabel X.9. <i>Total Manufacturing Cost (MC)</i>	80
Tabel X.10. <i>Working Capital (WC)</i>	80
Tabel X.11. <i>General Expenses(GE)</i>	80
Tabel X.12. <i>Total Production Cost</i>	80
Tabel X.13. <i>Fixed Cost (Fa)</i>	81

Tabel X.14. <i>Variabel Cost</i> (Va)	81
Tabel X.15. <i>Regulated Cost</i> (Ra)	81
Tabel X.16. <i>Trial Discounted Cash Flow Rate</i> (DCFR).....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Diagram Alir Kualitatif.....	16
Gambar IV.1. Diagram Alir Kuantitatif.....	22
Gambar VII.1. Diagram Alir Pengolahan Air	40
Gambar VII.2. Diagram Alir Sistem Pengolahan Limbah.....	41
Gambar VIII.1. Tata Letak Bangunan Pabrik	53
Gambar VIII.2. Tata Letak Alat Proses	55
Gambar IX.1. Struktur Organisasi Pabrik Sodium Nitrate	57
Gambar X.1. Ekstrapolasi Indeks Harga.....	70
Gambar X.2. Harga Sumber Bahan Baku Berdasarkan Literatur	82
Gambar X.3. Harga Jual Produk	82
Gambar X.2. Hubungan Kapasitas Produksi dan Biaya	83

DAFTAR LAMBANG

A	= Luas permukaan panas, ft ² , in ² , m
A _R	= Luas permukaan dinding reaktor,
m ² A	= Jari jari dalam reaktor, m
BEP	= <i>Break Event Point</i>
BHP	= <i>Break Horse Power</i> , Hp
BM	= Berat Molekul, kg/kmol
C	= Faktor korosi, in
C _A	= Konsentrasi zat A, kmol/L
CA ₀	= Konsentrasi zat A mula-mula, kmol/L
CL	= <i>Cooler</i>
C _p	= Kapasitas panas, Btu/lb.F, kkal/kg
CD	= Diameter, in, m
DMC	= <i>Direct Manufacturing Cost</i>
DPC	= <i>Direct Plant Cost</i>
E	= Efisiensi pengelasan
E _a	= Harga alat dengan kapasitas diketahui
E _b	= Harga alat dengan kapasitas dicari
E _x	= Harga alat untuk tahun
xE _y	= Harga alat untuk tahun y
FV	= Kecepatan volumetrik, m ² /j, L/j
FCI	= <i>Fixed Capital Investment</i>
F _a	= <i>Fixed Cost</i>
FD	= <i>Flash Drum</i>
F	= <i>Allowable stress</i>
F	= Faktor friksi
GE	= <i>General Expense</i>
g _c	= Gravitasi, m ² /s
gpm	= Galon per menit
HE	= <i>Heat Exchanger</i>
h _i	= Koefisien perpindahan panas pada diameter dalam,
Btu/j.ft.Fh _o	= Koefisien perpindahan panas, Btu/j.ft.F
ID	= Diameter dalam, in, m, ft
IMC	= <i>Indirect Manufacturing Cost</i>
J	= Lebar <i>baffle</i> , m, in, ft
L	= Tinggi, m, in, ft
LC	= <i>Level control</i>
Le	= Panjang elbow, ft
N _{re}	= <i>Reynold number</i>
N _t	= Jumlah <i>tube</i>
N _x	= Nilai <i>index</i> tahunan x
N _y	= Nilai <i>index</i> tahunan y
OD	= Diameter luas, m, in, ft
P	= <i>Power motor</i> , HP
POT	= <i>Pay Out Time</i>

Q	= Panas, Btu/j,
Kkal/j,K/Jr	= Jari-jari, m
R	= Reaktor
ROI	= <i>Return Of Investment</i>
Ra	= <i>Regulated Cost</i>
SDP	= <i>Break Even Point</i>
Sa	= <i>Sales Expense</i>
Sch	= <i>Schedule</i>
SP	= Separator
T	= Suhu, °C, °F, °K
T-n	= Tangki
t	= Waktu, detik, menit, jam
th	= Tebal dinding <i>head</i> , in
ts	= Tebal dinding <i>shell</i> , in
UPL	= Unit Pengolahan Limbah
VP	= <i>Vaporizer</i>
WC	= <i>Working Capital</i>
X	= Konversi
μ	= Viskositas, Cp
Σ	= Jumlah
η	= Efisiensi pompa
P	= Densitas, kg/m ³
Δp	= <i>Pressure Drop</i> , psi Δ
T	= Beda suhu

ABSTRAK

Pabrik *Sodium Nitrate* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun menggunakan bahan baku *Sodium Hydroxide* dan *Nitric Acid*. *Sodium Nitrate* memiliki berbagai kegunaan, yaitu sebagai bahan baku pembuatan pupuk terutama pupuk NPK, pembuatan dinamit, pembuatan kalium nitrat, pembuatan kaca, pembuatan cat, pembuatan korek api, pembuatan batu arang, pembuatan porselen, sebagai reagen pada analisa kimia, bahan pengawet daging olahan. *Sodium Nitrate* diproduksi dari *Sodium Hydroxide* (40%) dan *Nitric Acid* (53%) menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang beroperasi secara *Isothermal* pada suhu 60 °C dan tekanan 1 atm. Produk keluaran dari reaktor (R-01) dialirkan ke Evaporator (EV-01) melalui pompa. Pada kondisi operasi EV-01, tekanan diatur menjadi 0,52 atm (vakum) dan suhu dipertahankan pada 90 °C untuk menguapkan air dan *Nitric Acid*. Hasil dari proses ini terbagi menjadi dua hasil atas EV-01 dialirkan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL) setelah melewati *Condenser* (CD-01) agar dapat berubah menjadi fase cair. Sementara itu, hasil bawah EV-01 dialirkan menggunakan Pompa dan di dinginkan menggunakan *Cooler* (CL-01) menjadi 50°C sebelum masuk ke *Crystalizer* (CR-01) untuk dilakukan pengkristalan. Selanjutnya *slurry* yang keluar dari CR-01 diangkut menggunakan *Screw Conveyor* (SC-01) menuju ke *Centrifuge* (CF-01). Proses ini merupakan langkah penting dalam memisahkan dan mengolah produk untuk mendapatkan *Sodium Nitrate* yang diinginkan.

Pada *Centrifuge* (CF-01), dilakukan pemisahan antara padatan *Sodium Nitrate* dengan filtrat pada kondisi operasi suhu 50 °C dan tekanan 1 atm. Filtrat yang keluar dari bagian bawah (CF-01) dialirkan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL). Padatan *Sodium Nitrate* yang keluar dari *Centrifuge* (CF-01) diangkut menggunakan *Screw Conveyor* (SC-02) menuju *Rotary Dryer* (RD-01) untuk mengurangi kadar air. Hasil keluaran dari *Rotary Dryer* (RD-01) adalah *Sodium Nitrate* dengan kemurnian 99%. Produk ini kemudian diangkut menggunakan *Cooling Conveyor* dan *Bucket Elevator* ke dalam tangki penampungan sebagai hasil akhir dari proses pembuatan *Sodium Nitrate*.

Pabrik direncanakan berdiri di Cilegon, Banten pada tahun 2029 dengan luas area 7642 m². Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun dengan bahan baku *Sodium Hydroxide* dan *Nitric Acid*. Pabrik *Sodium Nitrate* merupakan industri kimia dengan risiko yang rendah. Hasil analisis ekonomi terhadap perancangan pabrik ini diperoleh *Profit on Sales* (POS) sebelum pajak sebesar 23,00% dan sesudah pajak sebesar 16,10%. *Percent Return of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 79,33% dan sesudah pajak sebesar 55,53%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,15 tahun dan setelah pajak 1,57 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 40,87% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 33,42%. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 35%. Berdasarkan perhitungan ekonomi dengan pabrik berisiko rendah, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik layak untuk didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Di antara negara-negara berkembang, Indonesia adalah salah satu negara yang melakukan upaya signifikan untuk memajukan sektor industrinya. Khususnya pada industri kimia sedang mengalami kemajuan signifikan baik dari segi kualitas maupun jumlah produksinya. Dampak positif dari pertumbuhan ini adalah peningkatan kebutuhan akan bahan baku dan dukungan lainnya. Meskipun demikian, hal ini juga berarti Indonesia masih bergantung pada pasokan dari negara lain.

Di Indonesia, permintaan terhadap *Sodium Nitrate* (NaNO_3) cukup besar, namun saat ini negara masih mengandalkan impor dari luar. Hal ini disebabkan oleh ketiadaan tambang dan pabrik *Sodium Nitrate* di Indonesia. Melihat kondisi ini, prospek industri *Sodium Nitrate* di Indonesia tampak cukup menggembirakan. Pasar *Sodium Nitrate* di Indonesia memiliki potensi yang cukup besar, terutama mengingat Indonesia sedang aktif mengembangkan sektor industri. *Sodium Nitrate* memiliki berbagai kegunaan yang dapat diterapkan dalam berbagai industri lainnya. Oleh karena itu, kebutuhan *Sodium Nitrate* di Indonesia untuk keperluan industri terus mengalami peningkatan.

Sodium Nitrate merupakan padatan yang berbentuk kristal yang tidak memiliki warna dan tidak memiliki bau yang sukar larut dalam gliserol, alkohol, dan air. Tingkat leburnya adalah $308\text{ }^\circ\text{C}$, dan titik dekomposisinya adalah $380\text{ }^\circ\text{C}$, dan titik ledaknya adalah $1000\text{ }^\circ\text{C}$. *Sodium Nitrate* dapat digunakan sebagai bahan intermediate dalam berbagai bentuk, seperti dalam pembuatan pupuk pertanian, sebagai agen pengoksidasi, dan sebagai bahan fluxing untuk membuat kaca vitreous, fiberglass, porselen, dan enamel. Penggunaan lainnya termasuk dalam pembuatan briket arang, bahan peledak, obat-obatan, refrigeran, korek api, yang dikombinasikan dengan oksida besi untuk membuat resin (Patnaik, 2001).

Pembuatan *Sodium Nitrate* tidak memerlukan penanganan bahan berbahaya atau gas dengan tekanan tinggi, jadi tingkat risikonya relatif sedang. Bahan yang

dapat dikategorikan berbahaya yaitu *Nitric Acid* karena bersifat korosif, namun dapat diatasi dengan menggunakan alat yang dibuat dari bahan anti korosi.

I.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

I.2.1. Data Ekspor Impor

Berikut informasi terkait kapasitas impor *Sodium Nitrate* yang diperoleh dari BPS pada tahun 2016-2021 dalam Tabel I.1.

Tabel I.1. Data Impor Produk *Sodium Nitrate* di Indonesia

No	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)	Perkembangan
1.	2019	4892,346	-
2.	2020	3808,378	-0,22156
3.	2021	3142,941	-0,17473
4.	2022	2977,112	-0,05276
5.	2023	3998,011	0,342916
Total			-0,10614
Rata-Rata			0,038475

(Sumber: (BPS) Perdagangan Luar Negeri Indonesia Tahun 2019-2023)

Dari tabel 1. Diatas diperkirakan kebutuhan impor terhadap bahan kimia *Sodium Nitrate* untuk negara Indonesia pada tahun 2029, adalah :

$$\begin{aligned}
 F &= F_0(1+i)^n \\
 &= 3998,011 (1+0,038475)^6 \\
 &= 5014,493 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Dimana :

F = Jumlah produksi pada tahun perencanaan (2029)

F₀ = Jumlah produksi pada data tahun terakhir (2023)

I = Rata-rata pertumbuhan produksi (2019-2023)

n = Proyeksi untuk tahun mendatang (6 tahun)

(Peter and Timmerhous, 1991)

Dari perhitungan dengan metode pertumbuhan diatas maka diperoleh prediksi produksi *Sodium Nitrate* untuk perancangan tahun 2029 sebesar 15.000 Ton/Tahun.

I.2.2. Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri

Kapasitas beberapa pabrik *Sodium Nitrate* yang sudah berdiri adalah sebagai berikut :

Tabel I.2. Produksi *Sodium Nitrate* di Dunia

Perusahaan	Asal (Negara)	Proses	Kapasitas (Ton/Tahun)
Deepak Nitrite, Bombay	India	Sintesis	12.000
Qena Distriq Egypt	Mesir	Shank	113.000
Marina Elina, Chili	Amerika Serikat	Guggenheim	520.000
Pedro de valdivina	Amerika Serikat	Guggenheim	750.000
Chillean Nitrate Corp.	Amerika Serikat	Sintesis	800.000

(Sumber : Kirk Othmer, 1997, vol.22)

Tabel I.3. Impor *Sodium Nitrate* di Asia

No	Negara	Impor (Ton/Tahun)
1.	Malaysia	7.318,93
2.	Myanmar	179,78
3.	Jepang	10.879,67
4.	Cina	97,02

(Data.un.org,)

Proses produksi *Sodium Nitrate* menggunakan bahan baku *sodium hidroxide* dan *Nitric Acid*, dari data tabel diperoleh rentang produksi 12.000 - 800.000 ton/tahun. Kapasitas desain minimum unit *Sodium Nitrate* dapat dilihat dari pabrik Deepak Nitrite, Bombay, India yang memiliki kapasitas 12.000 ton/tahun. Maka dari itu, pada desain awal pabrik kimia, kapasitas produksi dipilih 15.000 Ton/Tahun, untuk prediksi pembangunan sampai 2029. Hal ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *Sodium Nitrate* di Indonesia pada tahun 2029.

I.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi juga sangat penting dalam perancangan pabrik karena akan memiliki dampak jangka panjang dan dapat memberikan perkembangan pabrik di

masa depan. Lokasi pabrik yang strategis dapat memberikan harapan baik pada perkembangan serta pertumbuhan pabrik dalam waktu lama, sehingga pabrik *Sodium Nitrate* ini akan dibangun pada daerah Cilegon, Banten, Jawa Barat. Pemilihan lokasi pabrik ini sesuai dengan beberapa faktor berikut.

1. Sumber Bahan Baku

Pabrik yang memiliki letak dekat dengan sumber bahan baku yang digunakan memiliki beberapa keuntungan, yaitu dapat mengurangi biaya transportasi serta mengurangi kemungkinan rusaknya bahan baku selama proses pengiriman. Bahan baku pembuatan *Sodium Nitrate* yaitu *Sodium Hidroksida* yang didatangkan dari PT.Asahimas Subentra *Chemical*, Cilegon dan *Nitric Acid* didatangkan dari PT Multi Nitrotama Kimia, Cikampek.

2. Pemasaran

Perancangan pabrik yang akan didirikan di Cilegon, dimana kawasan tersebut merupakan kawasan industri yang dapat mempersingkat jarak pengiriman dengan pabrik yang membutuhkan *Sodium Nitrate*. Selain itu dekat dengan kota Jakarta yang menjadi pusat perdagangan di Indonesia .

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah tenaga listrik, air, dan bahan bakar. Dengan jalur yang tersedia di wilayah ini, PLN dan PLTU Suralaya dapat memenuhi kebutuhan tenaga listrik. Pasokan air untuk pabrik *Sodium Nitrate* berasal dari sungai cidanau, sedangkan untuk bahan bakar berupa solar dapat diperoleh dari Pertamina dan distributor.

4. Transportasi

Lokasi pabrik di kawasan industri Cilegon adalah daerah yang mudah dijangkau oleh sarana transportasi laut karena dekat dengan Pelabuhan Cigading, Pelabuhan Ciwan, Pelabuhan Merak, Pelabuhan Tanjung Priuk dan jalan raya sehingga memudahkan dalam pengiriman produk ataupun bahan baku.

5. Tenaga Kerja

Pekerja mempunyai peranan penting dalam menciptakan perusahaan dan industri. Salah satu penggerak pertumbuhan ekonomi adalah dunia perusahaan

atau industri. Letak pabrik yang dekat dengan pusat pendidikan, banyaknya tenaga kerja usia produktif yang belum tersalurkan, dan banyaknya industri baru yang bermunculan, apalagi dengan berdirinya pabrik menjadikan wilayah Cilegon sebagai daerah tujuan bagi para pencari kerja, dengan hal ini maka akan lebih mudah untuk memperoleh pekerja yang terampil dan berkualitas.

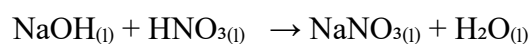
I.4. Tinjauan Pustaka

I.4.1. Dasar Reaksi

Sodium Nitrate (NaNO_3) adalah bahan kimia diekstraksi dari endapan alami di dataran tinggi Chili, yang memiliki cakupan luas antara 8 dan 65 kilometer dan ketebalan antara 0,3 dan 1,2 meter. Kristalisasi dan pengeringan dapat digunakan untuk membuat produk berkualitas tinggi (Austin, 1984).

Sodium Nitrate biasanya digunakan sebagai bahan baku untuk membuat pupuk, terutama pupuk NPK (nitrogen, fosfor, dan kalium). NaNO_3 berfungsi sebagai sumber nitrogen penting dalam proses pembuatan pupuk NPK. Dalam langkah berikutnya, reaksi NaNO_3 dengan garam KCl menghasilkan KNO_3 . Kemudian larutan KNO_3 dialirkan pada batuan fosfat yang kaya akan fosfor. Batuan fosfat ini meningkatkan jumlah fosfor dalam pupuk NPK, yang pada gilirannya memberikan nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman melalui daun (Kirk, R.E., and Othmer, 1998).

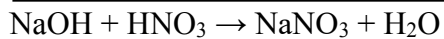
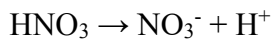
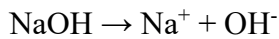
Metode dalam pembuatan *Sodium Nitrate* dengan proses sintesis adalah dengan mereaksikan cairan *Sodium Hidroksida*. Pada dasarnya, proses ini dimulai dengan reaksi netralisasi *Sodium Hidroksida* dengan *Nitric Acid*. Langkah selanjutnya adalah memproduksi *Sodium Nitrate* dengan menggabungkan asam kuat HNO_3 dengan basa kuat NaOH . Asam tergolong senyawa yang mempunyai kemampuan menaikkan kadar ion hidrogen (H_2O) di atmosfer. Asam merupakan zat yang menambah konsentrasi H^+ dalam larutan air. Basa kuat (NaOH) akan terionisasi sempurna menjadi H_3O^+ . Sebagai hasil reaksi netralisasi, *Sodium Hidroksida* dan *Nitric Acid* digunakan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan *Sodium Nitrate*. Berikut adalah contoh reaksi tersebut.:



(Othmer, 1995)

I.4.3. Mekanisme Reaksi

Reaksi netralisasi *Sodium Hydroxide* dan *Nitric Acid* menjadi *Sodium Nitrate* dan air berdasarkan urutan mekanisme reaksi berikut :



Reaksi tersebut merupakan reaksi netralisasi fase cair. Reaksi *Sodium Hydroxide* dan *Nitric Acid* menjadi *Sodium Nitrate* berlangsung dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Perbandingan antara NaOH : HNO₃ = 1 : 1, untuk menjaga kondisi operasi 60°C panas yang timbul tersebut diserap oleh air pendingin yang mengalir pada jaket pendingin.

I.4.4. Pemilihan Proses

Pada pembuatan *Sodium Nitrate* dapat menggunakan beberapa macam proses yang sudah banyak digunakan di dunia, yaitu :

1. Proses Shank

Untuk proses Shank bahan baku utamanya garam *Chile*, yang diperoleh melalui penambangan dan di dalamnya terkandung NaNO₃. Langkah pertama pada proses ini dimulai dari memasukkan potongan garam *Chile* yang awalnya memiliki ukuran 10 inci ke dalam satu tahap, yang kemudian diubah menjadi potongan yang lebih kecil dengan ukuran 1,5 inci sampai dengan 2 inci. Tabung baja besar, masing-masing berkapasitas 75 ton dan dipasang koil pemanas uap air, digunakan untuk masuk ke alat penghancur yang membawa potongan garam. Prosedur berikut memerlukan 10 tabung untuk tahap rotasi, yang diikuti dengan tahap pelindian yang mencakup pencucian bebas tekanan pada suhu 70°C. Biasanya ada tahapan proses: pemuatan, pencucian, pencucian, dan pembongkaran. Setelah melalui tabung lainnya, produk akhirnya adalah 700 gram per liter. Pemurnian garam pertambangan, yang melibatkan pengurangan jumlah bahan kimia selain *Sodium Nitrate* untuk menghasilkan NaNO₃ dengan kandungan sekitar ±60% dan tingkat konversi kurang dari 60%, merupakan ide mendasar di balik prosedur ini (Othmer, 1968).

2. Proses Guggenheim

Dibandingkan dengan proses Shank, metode ini terkenal karena kemampuannya dalam menurunkan penggunaan bahan bakar dan meningkatkan efisiensi. Dua gagasan mendasar menjadi landasan bagi pengembangan metode pelindian suhu rendah oleh Guggenheim Brothers, yang mereka luncurkan pada tahun 1920:

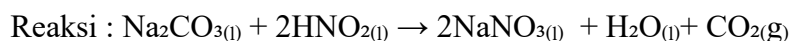
- a) Dalam proses leaching pada temperatur rendah sekitar 40°C dan tanpa menggunakan tekanan, hanya *Sodium Nitrate* yang diekstraksi, sementara impuritas lainnya seperti *Sodium Nitrate* dan sodium hidroksida tidak diekstraksi.
- b) Jika proses leaching pada tahap awal mengandung garam pelindung, hasilnya akan berupa CaSO₄, MgSO₄, dan K₂SO₄. Garam NaNO₃ akan larut sedikit selama proses. Natrium sulfat (NaSO₄) Saat sedang diproses, ia akan terurai, dan sejumlah besar *Sodium Nitrate* akan dihilangkan atau tercipta.

Secara prinsip, proses Guggenheim mirip dengan proses Shank, namun dengan peningkatan pada alat yang melibatkan tahap-tahap seperti penghancuran, leaching, penyaringan, kristalisasi, dan granulasi. Hal ini menghasilkan kadar *Sodium Nitrate* yang lebih tinggi, yaitu sekitar ±85%, dengan tingkat konversi kurang dari 85% (Othmer, 1997).

3. Proses Sintesis

Berbagai macam proses pembuatan *Sodium Nitrate* secara sintesis antara lain:

- a) Mereaksikan Na₂CO₃ dengan HNO₃



(Othmer, 1997)

Dalam reaktor fluidized bed, proses ini berlangsung pada suhu 350°C pada tekanan vakum. Pada reaksi ini menggunakan perbandingan reaktan 1,2:1 akan menghasilkan konversi sebesar 90% terhadap HNO₃ (U.S patent 2535990, 1950).

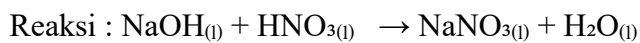
- b) Mereaksikan NaCl dengan HNO₃



(Othmer 1997)

Dalam reaktor Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), proses ini berlangsung pada suhu 25°C pada tekanan 1 atm dan besarnya konversi terhadap NaCl adalah 25-40% (Kubelka, 1934).

- c) Mereaksikan *Sodium Hidroxide* (NaOH) dengan konsentrasi 40% dan *Nitric Acid* (HNO₃) dengan konsentrasi 53%.



(Stocchi, 1990)

Reaktor Aliran Tangki Berpengaduk (RATB) digunakan untuk proses ini, yang berlangsung pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Sedangkan untuk NaOH, jumlah konversi yang berhasil dilakukan adalah 95% (Shreve, 1956).

Tabel I.4. Perbandingan Proses Pembuatan *Sodium Nitrate*

Komponen	Proses				
	Shank	Guggein heim	Sintesis menggunakan Na ₂ CO ₃ dan HNO ₃	Sintesis menggunakan NaCl dan HNO ₃	Sintesis menggunakan NaOH dan HNO ₃
Tekanan	-	-	Vakum	1 atm	1 atm
Suhu	70°C	40°C	350°C	25 °C	60°C
Bahan Baku	Garam penambangan	Garam penambangan	<i>Sodium carbonate</i> dan <i>nitric acid</i>	<i>sodium chloride</i> dan <i>nitric acid</i>	<i>Sodium hidroxide</i> dan <i>nitric acid</i>
Konversi	±60%	±85%	90%	40%	±90-99%
Kemurnian	65-80%	90%	98%	95%	99%

Sedangkan keunggulan dan kekurangan dari proses pembuatan *Sodium Nitrate* dapat di lihat pada tabel I.5.

Tabel I.5. Keunggulan dan Kekurangan Proses Pembuatan *Sodium Nitrate*

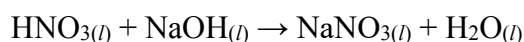
Proses	Keunggulan	Kekurangan
Shank	<ul style="list-style-type: none"> • Prinsip proses hanya melibatkan purifikasi • Rangkaian alat proses sederhana • Bahan baku tersedia di alam • Kapasitas produksi besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemurnian rendah • Impuritas pada bahan baku tinggi
Guggenheim	<ul style="list-style-type: none"> • Kemurnian lebih tinggi dibandingkan produk proses Shank • Kapasitas produksi besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya investasi alat lebih besar
Sintesis	<ul style="list-style-type: none"> • Kemurnian tinggi mencapai 99% • Reaksi pada kondisi atmosferik 	<ul style="list-style-type: none"> • Harga bahan baku HNO_3 mahal

Garam penambangan, atau lebih dikenal sebagai garam laut, memiliki keunikan dengan tekstur yang indah dan rasa yang menarik karena berasal dari laut. Garam ini cenderung mengandung sedikit kalsium, zat besi, potasium, dan magnesium, sehingga memiliki kandungan mineral yang lebih rendah dibandingkan dengan garam dapur. Proses pembuatannya melibatkan evaporasi air dari laut, yang menyebabkan peningkatan kandungan mineral dalam garam laut.

Ada banyak prosedur yang dapat digunakan untuk membuat *Sodium Nitrate*. Namun proses Sintesis menggunakan bahan baku NaOH dan HNO_3 yang dipilih untuk produksi *Sodium Nitrate* karena bahan bakunya mudah didapat. Selain itu, jumlah *Sodium Nitrate* yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh proses Shank dan Guggenheim, yaitu antara 90 dan 99%.

1.4.5. Tinjauan Kinetika

Untuk mengetahui kecepatan reaksi pada pembentukan *Sodium Nitrate*, diperoleh dari beberapa langkah berikut :



Asumsi :

Nitrat Acid = A

Sodium Hidroxide = B

Sodium Nitrate = C
Air = D

	A	B	C	D
Mula-mula	C_{A0}	C_{B0}		
Reaks	$C_{A0} \cdot X_A$	$C_{A0} \cdot X_A$	$C_{A0} \cdot X_A$	$C_{A0} \cdot X_A$
Hasil	$C_{A0}(1 - X_A)$	$C_B - C_{A0} \cdot X_A$	$C_{A0} \cdot X_A$	$C_{A0} \cdot X_A$

Persamaan kecepatan reaksi menggunakan orde 2 :

$$(-ra) = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$(-ra) = k[C_{A0}(1 - X_A) \cdot (C_{B0} - (C_{A0} \cdot X_A))]$$

Keterangan:

$(-ra)$ = kecepatan reaksi zat A (NaNO_3)

k = konstanta kecepatan reaksi, L/mol.jam

C_A = konsentrasi NaOH pada waktu t , mol/L

C_B = konsentrasi HNO_3 pada waktu t , mol/L

C_{A0} = konsentrasi NaOH mula-mula (sebelum bereaksi), mol/L

C_{B0} = konsentrasi HNO_3 mula-mula (sebelum bereaksi), mol/L

(Levenspiel, 1999)

Keterangan :

K_H dan K_{Bz} = Konstanta kesetimbangan

P_{Bz} = Tekanan parsial Benzena

P_{H2} = Tekanan parsial Hidrogen

k = Kecepatan reaksi

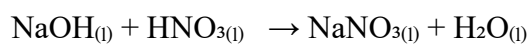
Dari literatur diperoleh data-data sebagai berikut :

$$k = 1,3 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{mol} \cdot \text{s}$$

(Koiranen, 2017)

1.4.6. Tinjauan Termodinamika

Suatu sifat reaksi dapat diketahui apakah endotermis atau eksotermis dengan menggunakan perhitungan panas pembentukan standar ΔH_f° pada tekanan 1 atm, suhu 298 K. Persamaan reaksi :



Tabel I.6. Nilai *Entalphy* dan Energi Gibbs Komponen

Komponen	ΔH°_f (kJ/mol)	ΔG°_f (kJ/mol)
HNO ₃	- 135,10	- 74,7
NaOH	- 425,60	- 379,5
NaNO ₃	- 466,68	- 365,89
H ₂ O	- 241,8	- 228,6

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta H^{\circ}_R (298,15K) &= \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan} \\
 &= [(\Delta H^{\circ}_f \text{ NaNO}_3) + (\Delta H^{\circ}_f \text{ H}_2\text{O})] - [(\Delta H^{\circ}_f \text{ HNO}_3) + (\Delta H^{\circ}_f \text{ NaOH})] \\
 &= [(-466,68)+(-241,8)] - [(-135,10)+(-425,60)] \\
 &= -147,78 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka reaksi akan berlangsung secara eksotermis dan menghasilkan panas. Kemudian bila ditinjau dari energi gibs maka diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_{f298} &= \sum \Delta G^{\circ}_f \text{ produk} - \sum \Delta G^{\circ}_f \text{ reaktan} \\
 &= [(-365,89)+(-228,6)] - [(-74,7)+(-379,5)] \\
 &= -140,29 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka reaksi akan berlangsung secara spontan.

Menentukan nilai konstanta kesetimbangan pada keadaan standar

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_{f298} &= -R.T \ln K_{(298)} \\
 -140,29 \text{ kJ/mol} &= -(8,314 \times 10^{-3})\text{kJ/mol.K} \times 298K \ln K_{(298)} \\
 \ln K_{(298)} &= (-140,29)/(-2,4776) \\
 K_{(298)} &= 3,9038 \times 10^{24}
 \end{aligned}$$

Menentukan harga konstanta kesetimbangan pada suhu 333K

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H^{\circ}_r}{R} \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

Dimana :

K1 = Konstanta kesetimbangan pada 298 K

K2 = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

T1 = Suhu standar 25°C (298 K)

T2 = Suhu operasi 60°C (333 K)

R = Tetapan gas ideal (8,314 J/mol.K)

ΔH_r° = Panas reaksi standar pada 298 K

Maka :

$$\ln \frac{K_2}{3,9038 \times 10^{24}} = - \frac{-147,78 \text{ kJ/mol}}{(8,314 \times 10^{-3}) \text{ kJ/mol.K}} \left[\frac{1}{333\text{K}} - \frac{1}{298\text{K}} \right]$$

$$\ln \frac{K_2}{3,9038 \times 10^{24}} = -6,2692 \times 10^{-6}$$

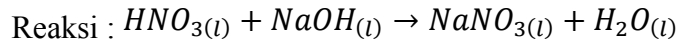
$$0,999993731 = \frac{K_2}{3,9038 \times 10^{24}}$$

$$K_2 = 3,9038 \times 10^{24}$$

Dari perhitungan konstanta kesetimbangan pada suhu reaksi, didapatkan konstanta kesetimbangan reaksi yang relatif besar yaitu $3,9038 \times 10^{24}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi akan berlangsung searah yaitu ke kanan atau irreversible dan produk cenderung lebih banyak terbentuk dibandingkan dengan reaktan (Othmer, 1998).

BAB II URAIAN PROSES

Proses reaksi antara *Sodium Hidroxide* dan *Nitric Acid* menghasilkan *Sodium Nitrate*.



Dalam proses pembuatan *Sodium Nitrate* dari *Sodium Hidroxide* dan *Nitric Acid* dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dilakukan dengan tekanan 1 atm dan suhu 60°C. Pada reaktor ini, reaksi berlangsung dalam fase cair-cair yang bersifat eksotermis sehingga untuk mencapai reaksi yang diinginkan digunakan pendingin. Secara umum, proses ini dapat dibagi menjadi empat tahapan:

1. Persiapan bahan baku
2. Reaksi
3. Pemisahan dan pemurnian

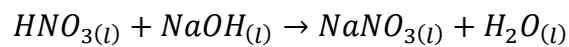
II.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Langkah persiapan bahan baku melibatkan penyimpanan bahan baku dalam kondisi awal agar sesuai dengan kondisi operasional yang diinginkan dalam reaktor. Awalnya, *Sodium Hidroxide* dengan kadar 40% disimpan dalam Tangki Penyimpanan (T-01) pada suhu lingkungan 30 °C dan tekanan 1 atm. Tujuannya adalah untuk menjaga agar *Sodium Hidroxide* tetap dalam fase cair dan tidak menguap. Selanjutnya, *Sodium Hidroxide* yang akan diumpankan dialirkan melalui Pompa (P-03) dan melewati *Heat Exchanger* (HE-01) untuk meningkatkan suhu menjadi 60 °C sebelum memasuki Reaktor (R-01).

Selain itu, bahan baku *Nitric Acid* dengan kadar 53% disimpan dalam Tangki Penyimpanan (T-02) pada suhu lingkungan 30 °C dan tekanan 1 atm. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar *Nitric Acid* tetap dalam fase cair dan tidak menguap. Kemudian, *Nitric Acid* yang akan diumpankan dialirkan melalui Pompa (P-04) dan melewati *Heat Exchanger* (HE-02) untuk meningkatkan suhu menjadi 60 °C sebelum memasuki Reaktor (R-01).

II.2. Tahap Reaksi

Pada proses reaksi digunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) , dengan suhu operasi 60°C dan tekanan 1 atm. Di dalam reaktor (R-01), terjadi reaksi netralisasi antara *Sodium Hidroksida* dan *Nitric Acid*, yang bersifat eksotermis dan irreversibel. Reaktor ini beroperasi dalam kondisi isothermal dan non-adiabatis. Selama proses reaksi, suhu di dalam reaktor akan meningkat karena sifat eksotermis dari reaksi tersebut. Untuk menjaga suhu reaksi tetap sesuai dengan kondisi yang diinginkan, digunakan jaket pendingin dengan air sebagai media pendingin.



Produk keluaran dari Reaktor (R-01) dengan tekanan 1 atm dan suhu 60 °C disalurkan menggunakan Pompa (P-05) dan melewati *Heat Exchanger* (HE-03) untuk meningkatkan suhu menjadi 90 °C. Setelah itu, aliran tersebut masuk ke Evaporator (EV-01). Proses ini bertujuan untuk menaikkan suhu produk keluaran reaktor sebelum memasuki tahap selanjutnya dalam rangkaian proses pembuatan *Sodium Nitrate*.

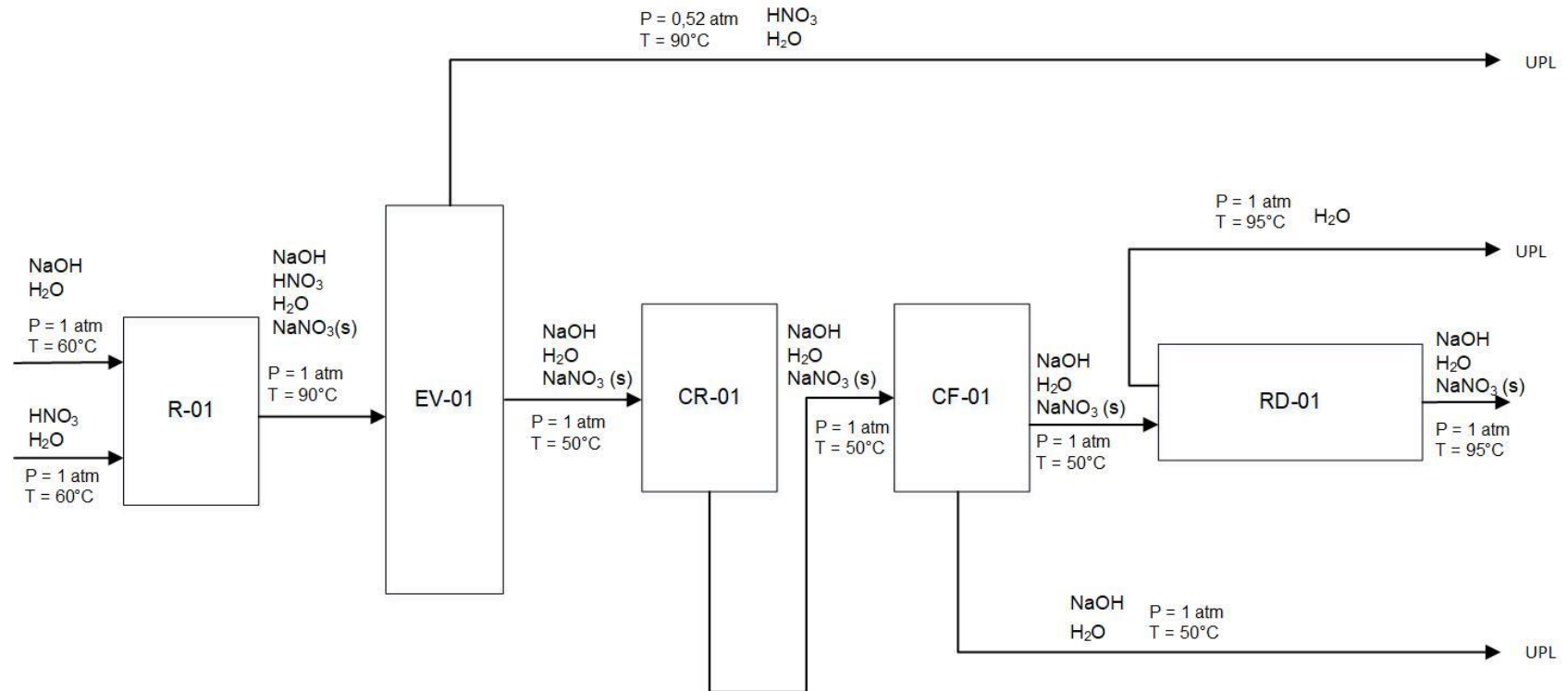
II.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Produk keluaran dari reaktor (R-01) dialirkan ke Evaporator (EV-01) melalui pompa. Pada kondisi operasi EV-01, tekanan diatur menjadi 0,52 atm (vakum) dan suhu dipertahankan pada 90 °C untuk menguapkan air dan *Nitric Acid*. Hasil dari proses ini terbagi menjadi dua: hasil atas EV-01 dialirkan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL) setelah melewati Condenser (CD-01) agar dapat berubah menjadi fase cair. Sementara itu, hasil bawah EV-01 dialirkan menggunakan Pompa (P-05) dan di dinginkan menggunakan *Cooler* (CO-01) menjadi 50°C sebelum masuk ke *Crystalizer* (CR-01) untuk dilakukan pengkristalan. Selanjutnya slurry yang keluar dari CR-01 diangkut menggunakan *Screw Conveyor* (SC-01) menuju ke *Centrifuge* (CF-01). Proses ini merupakan langkah penting dalam memisahkan dan mengolah produk untuk mendapatkan *Sodium Nitrate* yang diinginkan.

Pada *Centrifuge* (CF-01), dilakukan pemisahan antara padatan *Sodium Nitrate* dengan filtrat pada kondisi operasi suhu 50 °C dan tekanan 1 atm. Filtrat yang keluar dari bagian atas (CF-01) dialirkan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL) . Padatan *Sodium Nitrate* yang keluar dari *Centrifuge* (CF-01) diangkut

menggunakan *Screw Conveyor* (SC-02) menuju *Rotary Dryer* (RD-01) untuk mengurangi kadar air. Hasil keluaran dari *Rotary Dryer* (RD-01) adalah *Sodium Nitrate* dengan kemurnian 99%. Produk ini kemudian diangkut menggunakan *Cooling Conveyor* dan *Bucket Elevator* ke dalam tangki penampungan sebagai hasil akhir dari proses pembuatan *Sodium Nitrate*.

II.4. Diagram Alir Kualitatif



Gambar I.1. Diagram Alir Kualitatif

BAB III

SPESIFIKASI BAHAN

III.1. Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan terdiri dari bahan yang terdapat didalamnya diantaranya *Sodium Hidroksida* dan *Nitric Acid* yang memiliki spesifikasi sebagai berikut. Dalam bahan baku terdapat sifat dari bahan yaitu sifat fisis.

Tabel III.1. Sifat Fisis Bahan Baku

Sifat Fisis	<i>Sodium hydroxide</i>	<i>Nitric acid</i>
Wujud	Cairan	Cairan
Rumus Molekul	NaOH	HNO ₃
Warna	Bening	Bening hingga kuning pucat
Berat Molekul	40,01 gr/gmol	63,01 gr/gmol
Titik didih (°C)	1390 °C	86 °C
Titik beku (°C)	318 °C	-42 °C
Kemurnian	40%	53%
Kelarutan	100 g/liter pada suhu 25 °C (larut dalam air)	>100 gr/liter pada suhu 20 °C (larut dalam air)
Densitas	2,13 g/cm ³	1,51 gr/cm ³

Sumber: *PT.Asahimas *Chemical*

** PT.Multi Nitrotama

III.2. Spesifikasi Produk

Penulisan spesifikasi bahan pembantu seperti penulisan bahan baku. Penulisan spesifikasi sifat fisis disajikan dalam bentuk tabel. Penulisan sifat kimia bisa dalam bentuk paragraf atau poin-poin.

Tabel III.2. Sifat Fisis Hasil Produk

Sifat Fisis	<i>Sodium Nitrate</i>	Air
Wujud	Padatan	Cairan
Rumus Molekul	NaNO ₃	H ₂ O
Warna	Putih	Bening
Berat Molekul	85 gr/gmol	18,02 gr/gmol
Titik didih (°C)	380 °C	100 °C
Titik beku (°C)	308 °C	0 °C
Kemurnian	99%	-
Kelarutan	180 gr/100 ml (larut dalam air)	-
Densitas	2,26 gr/cm ³	1,00 gr/cm ³

BAB IV

NERACA MASSA

IV.1 Neraca Massa Alat

Neraca massa dihitung dengan basis perhitungan per jam, dituliskan secara lengkap arus masuk dan keluar pada setiap alat, untuk setiap komponen.

IV.1.1. Neraca Massa Reaktor

Tabel IV.1. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaOH	929,0248	0,0000	46,4512
H ₂ O	1393,5372	1297,4487	3088,4859
HNO ₃	0,0000	1463,0805	73,1540
NaNO ₃	0,0000	0,0000	1875,0000
Subtotal	2322,5619	2760,5292	5083,0912
Total	5083,0912		5083,0912

Untuk kesamaan dari arus 1,2 dan 3 dalam neraca massa reaktor yaitu dari kandungan H₂O dimana arus 1 dikalikan dengan arus 2 akan keluar pada arus 3.

IV.1.2. Neraca Massa Evaporator

Tabel IV.2. Neraca Massa Evaporator

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 3	Arus 4 (Uap)	Arus 5 (Cair)
NaOH	46,4512	0,0000	46,4512
H ₂ O	3088,4859	3026,7162	61,7697
HNO ₃	73,1540	73,1540	0,0000
NaNO ₃	1875	0,0000	1875
Subtotal	5083,0912	3099,8702	1983,2210
Total	5083,0912	5083,0912	

IV.1.3. Neraca Massa *Crystallizer*

Tabel IV.3. Neraca Massa *Crystallizer*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 5	Arus 6
NaOH	46,4512	46,4512
H ₂ O	61,7697	61,7697
HNO ₃	0,0000	0,0000
NaNO ₃	1875,0000	1875,0000
Total	1983,2210	1983,2210

IV.1.4. Neraca Massa *Centrifuge*

Tabel IV.4. Neraca Massa *Centrifuge*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 6	Arus 7 (Cair)	Arus 8 (Padatan)
NaOH	46,4512	45,5222	0,9290
H ₂ O	61,7697	61,6462	0,1235
HNO ₃	0,0000	0,0000	0,0000
NaNO ₃	1875,0000	0,0000	1875,0000
Subtotal	1983,2210	107,1684	1876,0526
Total	1983,2210	1983,2210	

IV.1.5. Neraca Massa *Rotary Dryer*

Tabel IV.5. Neraca Massa Evaporator

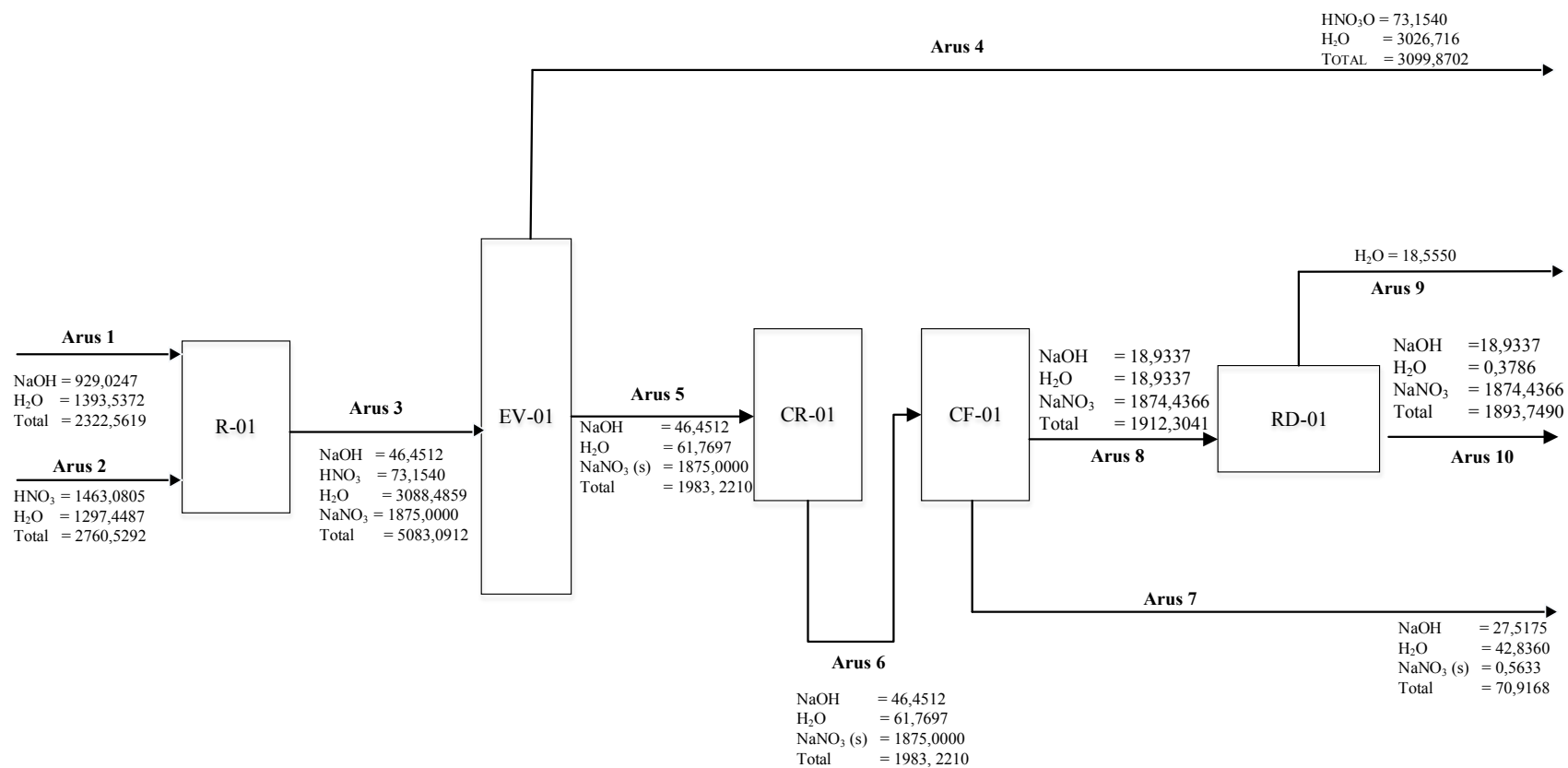
Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 9 (Uap)	Arus 10 (Padatan)
NaOH	0,9290	0,0000	0,9290
H ₂ O	0,1235	0,1211	0,0025
HNO ₃	0,0000	0,0000	0,0000
NaNO ₃	1875,0000	0,0000	1875,0000
Subtotal	1876,0526	0,1211	1875,9315
Total	1876,0526	1876,0526	

IV.2. Neraca Massa Total

Tabel IV.6. Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)			
	Arus 1	Arus 2	Arus 4 (Uap)	Arus 7 (Cair)	Arus 9 (Uap)	Arus 10 (Padatan)
NaOH	929,0248	0,0000	0,0000	45,5222	0,0000	0,9290
H ₂ O	1393,5372	1297,4487	3026,7162	61,6462	0,1211	0,0025
HNO ₃	0,0000	1463,0805	73,1540	0,0000	0,0000	0,0000
NaNO ₃	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1875,0000
Subtotal	2322,5619	2760,5292	3099,8702	107,1684	0,1211	1875,9315
Total	5083,0912		5083,0912			

IV.3. Diagram Alir Kuantitatif



Gambar IV.1. Diagram Alir Kuantitatif

BAB V

NERACA PANAS

V.1. Neraca Panas Alat

Neraca panas dihitung dengan basis perhitungan per jam, dituliskan secara lengkap arus masuk dan keluar pada setiap alat, untuk setiap komponen.

V.1.1. Neraca Panas Reaktor

Tabel V.1. Neraca Panas Reaktor

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	133,8274	-
Panas Reaksi	679526,6323	-
Panas Produk	-	110,7914
Pendingin	-	679549,6683
Total	679660,4597	679660,4597

V.1.2. Neraca Panas Evaporator

Tabel V.2. Neraca Panas Evaporator

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	109838,1236	-
Panas Produk	-	880411,6977
Panas <i>Bucket Elevator</i>	1185123,4908	-
Panas Penguapan	-	414549,9167
Total	1294961,6143	1294961,6143

V.1.3. Neraca Panas *Centrifuge*

Tabel V.3. Neraca Panas Evaporator

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	23,3254	-
Panas Produk	-	23,3254
Total	23,3254	23,3254

V.1.4. Neraca Panas *Crystallizer*

Tabel V.4. Neraca Panas *Crystallizer*

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	2462,2380	-
Panas Produk	-	0,0000
Q Kristalisasi	277,4834	-
Q Serap	-	2739,7214
Total	2739,7214	2739,7214

V.1.5. Neraca Panas *Rotary Dryer*

Tabel V.5. Neraca Panas *Rotary Dryer*

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	64890,4327	-
Panas Produk	-	181595,7005
Q Udara	903079,7540	786374,4863
Total	977970,1868	977970,1868

V.1.6. Neraca Panas *Condensor*

Tabel V.6. Neraca Panas *Condensor*

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	1156716,5650	-
Panas Produk	-	1001723,0551
Q <i>Bucket Elevator</i>	-	154993,5100
Total	1156716,5650	1156716,5650

V.1.7. Neraca Panas *Heat Exchanger (HE-01)*

Tabel V.7. Neraca Panas HE-01

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	704084,6459	-
Panas Produk	-	773761,5035
Q <i>Bucket Elevator</i>	69676,85759	88617,4785
Total	773761,5035	773761,5035

V.1.8. Neraca Panas *Heat Exchanger* (HE-02)

Tabel V.8. Neraca Panas HE-02

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	836854,4381	-
Panas Produk	-	919670,3151
<i>Q Bucket Elevator</i>	82815,8771	-
Total	919670,3151	919670,3151

V.1.9. Neraca Panas *Heat Exchanger* (HE-03)

Tabel V.9. Neraca Panas HE-03

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	1693431,8186	-
Panas Produk	-	1845924,5533
<i>Q Bucket Elevator</i>	152492,7347	-
Total	1845924,5533	1845924,5533

V.1.10. Neraca Panas *Cooler* (CL-01)

Tabel V.10. Neraca Panas CL-01

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Panas Umpan	842515,3330	-
Panas Produk	-	325262,4391
Pendingin	-	517252,8895
Total	842515,3330	842515,3330

BAB VI

SPESIFIKASI ALAT

VI.1. Tangki Penyimpanan.

Tabel VI.1. Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan

Keterangan	Tangki A	Tangki B
Kode Alat	T-01	T-02
Fungsi	Menyimpan NaOH	Menyimpan HNO ₃
Jenis	Tangki Silinder dengan <i>flatbottomed</i> dan <i>conical roof</i>	Tangki Silinder dengan <i>flat bottomed</i> dan <i>conical roof</i>
Kapasitas	798,7545 m ³	969,2307 m ³
Suhu desain	30°C	30°C
Tekanan desain	1 atm	1 atm
Spesifikasi :		
Diameter tangki	10,6680 m	10,6680 m
Tinggi tangki	9,1440 m	10,9728 m
Ketebalan tangki	0,1875 m	0,1875
Bahan	<i>Stainless Steel 316</i>	<i>Stainless Steel 316</i>

VI.2. Pompa

Tabel VI.2. Spesifikasi Alat Pompa

Keterangan	Pompa		
	P-01	P-02	P-03
Kode Alat	P-01	P-02	P-03
Fungsi	Memompa bahan baku NaOH dari tangki unit pembelian ke tangki penyimpan T-01	Memompa bahan baku HNO ₃ dari tangki unit pembelian ke tangki penyimpan T-02	Memompa bahan baku NaOH dari T-01 ke R-01
Jenis	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump
<i>Impellar</i>	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas	8,9088 gal/min	11,4308 gal/min	8,4464 gal/min
Power Pompa	0,231 HP	0,323 HP	0,050 HP
Spesifikasi :			
Nominal pipe Size	1,25 in	1,5 in	1,3 in
Sch	40	40	40
ID	1,38 in	1,61 in	1,38 in
<i>Flow area per pipe</i>	1,50 in ²	2,04 in ²	1,50 in ²
OD	1,66 in	1,61 in	1,66 in

Tabel VI.3. Spesifikasi Alat Pompa

Keterangan	Pompa		
	P-04	P-05	P-06
Kode Alat	P-04	P-05	P-06
Fungsi	Memompa bahan baku HNO ₃ dari T-02 ke R-01	Memompa bahan hasil dari R-01 ke EV-01	Memompa keluaran atas EV-01 ke UPL
Jenis	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump
<i>Impellar</i>	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas	11,4308 gal/min	41,3768 gal/min	16,7858 gal/min
Power Pompa	0,162 HP	0,145 HP	0,076 HP
Spesifikasi :			
Nominal pipe Size	1,5 in	2,5 in	2,0 in
Sch	40	40	40
ID	1,61 in	2,469 in	2,067 in
<i>Flow area perpipe</i>	2,04 in ²	4,79 in ²	3,35 in ²
OD	1,90 in	2,88 in	2,38 in

Tabel VI.4. Spesifikasi Alat Pompa

Keterangan	Pompa	
	P-07	P-08
Kode Alat	P-07	P-08
Fungsi	Memompa bahan keluaran EV-01 ke CR-01	Memompa bahan hasil dari R-01 ke EV-01
Jenis	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump
<i>Impellar</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>
Kapasitas	9840,3458 gal/min	0,4088 gal/min
Power Pompa	0,385 HP	0,003 HP
Spesifikasi :		
Nominal pipe Size	12 in	0,5 in
Sch	30	40
ID	12,09 in	0,622 in
<i>Flow area perpipe</i>	115 in ²	0,30 in ²
OD	12,75 in	0,84 in

VI.3. Heat Exchanger

Tabel VI.5. Spesifikasi Alat Heat Exchanger

Keterangan	<i>Heat Exchanger-01</i>	<i>Heat Exchanger-02</i>	<i>Heat Exchanger-03</i>
Kode alat	HE-01	HE-02	HE-03
Fungsi	Memanaskan umpan NaOH dari tangki-01 menuju reaktor-01 dari suhu 30 °C ke 60 °C	Memanaskan umpan HNO ₃ dari tangka-02 menuju reaktor-01 dari suhu 30 °C ke 60 °C	Memanaskan umpan dari keluaran R-01 menuju EV-01 dari suhu 60 °C ke 90 °C
Jenis	<i>Double Pipe Exchanger</i>	<i>Double Pipe Exchanger</i>	<i>Double Pipe Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Spesifikasi :			
ID	0,482 in	0,482 in	0,482 in
OD	0,75 in	0,75 in	0,75 in
A	7,0667 ft ²	7,2302 ft ²	14,4439 ft ²
Rd	0,0554 (hr.ft ² .°F)/Btu	0,0483 (hr.ft ² .°F)/Btu	0.0263 (hr.ft ² .°F)/Btu
Fluida panas	<i>Bucket Elevator</i>	<i>Bucket Elevator</i>	<i>Bucket Elevator</i>
Fluida dingin	<i>light Organics</i>	<i>Light Organic</i>	<i>Light Organic</i>

VI.4. Condensor

Tabel VI.6. Spesifikasi Alat Condensor

Keterangan	<i>Condensor</i>
Kode Alat	CD-01
Fungsi	Mengembunkan uap yang keluar dari puncak EV-01
Jenis	<i>Double Pipe</i>
Bahan	<i>Stainless Steel</i>
Spesifikasi :	
A	119,2088 ft ²
ID <i>Inner</i>	1,380 in
ID <i>Annulus</i>	0,824 in ²
L	6 ft
Rd	0,0115 (hr.ft ² .°F)/Btu
Fluida panas	<i>Gases</i>
Fluida dingin	<i>Waater</i>

VI.5. *Screw Conveyor*

Tabel VI.7. Spesifikasi Alat *Screw Conveyor*

Keterangan	<i>Screw Conveyor-01</i>	<i>Screw Conveyor -02</i>
Kode alat	SC-01	SC-02
Fungsi	Alat untuk mengangkut bahan dari CR-01 menuju CF-01	Alat untuk mengangkut produk dari CF-01 menuju RD-01
Jenis	Horizontal <i>Screw Conveyor</i>	Horizontal <i>Screw Conveyor</i>
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Kapasitas	2,3799 ton/jam	2,2513 ton/jam
Suhu	50°C	50°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Spesifikasi :		
Diameter <i>screw</i>	9 in	9 in
Diameter pipa	2,5	2,5
Kecepatan putaram	40 rpm	40 rpm
Diameter bagian umpan	6 in	6 in
Panjang	4,5720 m	4,5720 m
Power motor	0,43	0,43
Jumlah	1	1

VI.6. *Cooling Conveyor*

Tabel VI.8. Spesifikasi Alat *Screw Conveyor*

Keterangan	<i>Screw Conveyor-01</i>
Kode alat	CC-01
Fungsi	Mengangkut dan Mendinginkan produk dari keluaran <i>Rotary Dryer</i> ke Tangki Silo
Jenis	<i>Cooling Conveyor</i>
Spesifikasi :	
Kapasitas	2,2513 ton/jam
Panjang <i>Screw Conveyor</i>	15 ft
Power Motor	1 HP
Kapasitas	2,2513 ton/jam
Jumlah	1
Panjang jaket pendingin	0,0962 ft
Tebal jaket pendingin	0,1875

VI.7. Cooler

Tabel VI.9. Spesifikasi Alat *Cooler*

Keterangan	<i>Cooler-01</i>
Kode alat	CL-01
Fungsi	Mendinginkan keluaran <i>Evaporator-01</i> sebelum masuk ke <i>Crystallizer-01</i> dari suhu 90 °C ke 50 °C
Jenis	<i>Double Pipe Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Spesifikasi :	
ID	8 in
OD	1 in
A	64,6531 ft ²
Rd	0,004 (hr.ft ² .°F)/Btu
Fluida panas	<i>light Organics</i>
Fluida dingin	<i>Cool water</i>

VI.8. Bucket Elevator

Tabel VI.10. Spesifikasi Alat *Bucket Elevator*

Keterangan	<i>Bucket Elevator-01</i>
Kode alat	BE-01
Fungsi	Alat untuk mengangkut bahan dari RD-01 menuju Silo-01
Jenis	<i>Centrifugal Discharge Bucket</i>
Spesifikasi :	
Ukuran bucket	(6 x 4 x 4 1/4) in
Lebar <i>Belt</i>	7 in
Kecepatan <i>Belt</i>	43 rpm
<i>Power Motor</i>	1,50 HP
Kapasitas	1,88 ton/jam
Jumlah	1

VI.9. Silo

Tabel VI.11. Spesifikasi Alat Silo

Keterangan	Tangki Silo
Kode alat	S-01
Fungsi	Menyimpan produk <i>Sodium Nitrate</i>
Jenis	Tangki silinder tegak dengan <i>conical bottom</i> dan <i>flat head</i>
Keterangan	Tangki Silo
Fase	Padat
Kapasitas	791,8129 m ³
Suhu desain	30°C
Tekanan desain	1 atm
Spesifikasi :	
Diameter <i>shell</i>	7,7503 m
Tinggi <i>shell</i>	15,5007 in
Tebal <i>bottom</i>	3,8752 m
Tinggi total	19,3758 m
Bahan	<i>Stainlees Steel SA-299</i>
Jumlah	1

VI.10. Reaktor

Tabel VI.12. Spesifikasi Alat Reaktor

Keterangan	Reaktor
Kode alat	R-01
Fungsi	Mereaksikan <i>Sodium Hydroxide</i> dengan <i>Nitric Acid</i>
Jenis	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Reaksi	Eksotermis
Suhu desain	60°C
Tekanan Desain	1 atm
Waktu tinggal	0,0650 jam
Konversi	95%
Dimensi :	
Diameter	0,5932 m
Tinggi	1,1864 m
Volume	0,3277 m
Tebal <i>shell</i>	0,1875 m
Head dan Bottom :	
Tipe	<i>Toripherical Dished Head</i>
Tebal	0,0048 m
Tinggi	0,1487 m
Volume Head	0,0299 m ³
Spesifikasi Pengaduk	
Tipe	<i>Flat Blades Turbine and 4 Baffles</i>
Diameter	0,1977 m
Ketinggian	0,2570 m
Lebar Buffle	0,0336 m
Ketinggian Cairan	0,7712 m
Daya Motor	24 HP
Kecepatan pengaduk	1301,2780 rpm
Jumlah	1
Coil pendingin	
Pendingin	Air
Suhu Masuk	30 °C
Suhu Keluar	58 °C
Panjang Koil	174,0661 m
Jumlah lilitan	70
Jumlah	1

VI.11. Evaporator

Tabel VI.13. Spesifikasi Alat Evaporator

Keterangan	<i>Evaporator</i>
Kode alat	EV-01
Fungsi	Menguapkan air dan <i>nitric acid</i>
Jenis	<i>Short vertical tube evaporator</i> dengan tutup dan alas berbentuk <i>torispherical</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Jumlah	1
Tekanan	1 atm
Suhu Operasi	90 °C
Tinggi	3,0553 m
Diameter	1,2949 m
Tebal shell	0,1875 in
Tebal head	0.3125 in
Tinggi <i>shell</i>	2.7431 m
Tinggi fluida	1.8287 in
Tinggi dish	12.2877 in
Luas permukaan panas	0.3925 ft ²

VI.12. *Crystallizer*

Tabel VI.14. Spesifikasi Alat *Crystallizer*

Keterangan	<i>Crystallizer A</i>
Kode alat	CR-01
Fungsi	Mengkristalkan larutan NaOH dan NaNO ₃
Jenis	<i>Swenson-walker Crystallizer</i>
Suhu desain	50 °C
Tekanan desain	1 atm
Waktu tinggal	2 jam
Spesifikasi :	
Volume	13.8504 m ³
Diameter	0,2401 m
Tinggi	3,0480 m
Daya	1 HP
Kecepatan Pengaduk	7 rpm
Jumlah	1

Cara Kerja *Crystallizer*

Pada prinsip kerja dari *crystallizer* dimana dimulai dari larutan yang mengandung zat terlarut akan dilarutkan dalam pelarut sampai kondisi jenuh. Selanjutnya larutan akan didinginkan sehingga menyebabkan suhu zat terlarut menurun. Dari hal tersebut maka zat terlarut akan keluar dari larutan dan akan membentuk kristal. Setelah itu pada alat *crystallizer* akan melakukan pengadukan agar terjadi kontak antara molekul terlarut dan kristal. Sehingga dapat membantu menjaga ukuran kristal. Selanjutnya proses pembentukan inti kristal yang terbentuk secara spontan. Lalu molekul terlarut akan menempel pada permukaan inti kristal dan akan membentuk kristal yang lebih besar. Sedangkan untuk perhitungan dari *crystallizer* sudah kami lampirkan pada lampiran.

VI.13. *Centrifuge*

Tabel VI.15. Spesifikasi Alat *Centrifuge*

Keterangan	<i>Centrifuge A</i>
Kode alat	CF-01
Fungsi	Memisahkan padatan hasil <i>Crystallizer-01</i> dari cairan yang masih terikut
Jenis	<i>Helical Conveyor Centrifuge (Solid Bowl)</i>
Kapasitas	1983,2210 kg/jam
Suhu desain	50 °C
Tekanan desain	1 atm
Waktu tinggal	2 jam
Spesifikasi :	
Diameter Bowl	18 in
Panjang Bowl	32 in
Putaran Helical conveyor	3500 rpm
Daya	50 HP
Jumlah	1

VI.14. *Rotary Dryer*

Tabel VI.16. Spesifikasi Alat *Rotary Dryer*

Keterangan	<i>Rotary Dryer A</i>
Kode alat	RD-01
Fungsi	Mengeringkan <i>Sodium Nitrate</i> sampai dengan kadar 99% dengan udara yang dipanaskan
Jenis	<i>Counter Current Direct Heat Rotary Dryer</i>
Kapasitas	43,2341 m ³
Suhu desain	100 °C
Tekanan desain	1 atm
Spesifikasi :	
Diameter dryer	1,15 m
Tebal shell	0.1272 in
Panjang RD	4,6 m
Volume RD	4,80 m ³
Kecepatan putaran RD	5,0497 rpm
Kemiringan	0,04 m/m
Waktu tinggal	0,4125 jam
Power motor	2 HP

Alasan Penempatan *Rotary Dryer*

Alasan kami menempatkan *Rotary Dryer* setelah *Crystallizer* yaitu dengan mempertimbangkan agar tidak terjadi kelembapan, karena *Crystallizer* menghasilkan kristal basah yang mengandung banyak air. Sedangkan pada *Rotary Dryer* berfungsi untuk menghilangkan air dan menghasilkan kristal kering. Pertimbangan selanjutnya *Rotary Dryer* dapat meningkatkan ukuran kristal karena kristal basah yang dihasilkan dalam *Crystallizer* akan berputar di dalam *dryer* dan akan saling bergesekan sehingga menempel satu sama lain. Pertimbangan selanjutnya *Rotary Dryer* dapat membantu mengurangi kontaminasi kristal karena udara panas yang ada pada *dryer*. Pertimbangan lainnya dimana *Rotary Dryer* yang ditempatkan setelah *Crystallizer* akan mengontrol proses kristalisasi dengan mengontrol suhu dan waktu pengeringan.

BAB VII

UTILITAS

Unit utilitas adalah unit pendukung proses yang merupakan bagian penting penunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit ini merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi berjalan sesuai yang diinginkan.

Adapun penyediaan utilitas pada pabrik ini, antara lain :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air (*Water Treatment System*)
2. Unit pembangkit *Bucket Elevator* (*Bucket Elevator Generation System*)
3. Unit pembangkit listrik (*Power Plant System*)
4. Unit penyedia bahan bakar
5. Unit pengolahan limbah
6. Unit penyediaan udara tekan
7. Unit laboratorium

VII.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

VII.1.1. Unit Penyediaan Air

Air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Dalam memenuhi kebutuhan air didalam pabrik, dapat diambil dari air permukaan. Pada umumnya air permukaan dapat diambil dari air sungai, air laut, dan air sumur. Dalam perancangan pabrik *Sodium Nitrate* ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai cidanau. Pemilihan air sungai ini berdasarkan pertimbangan:

1. Sungai merupakan sumber air dengan kontinuitasnya relatif tinggi dan kecil kemungkinan akan mengalami kekeringan sehingga penyediaan air akan selalu terjaga.
2. Pengolahan yang lebih mudah, sederhana dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan pengolahan air laut.
3. Lokasi pabrik tidak jauh dari sungai.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air tawar digunakan untuk :

1. Air pendingin

Sumber air yang diambil dari air sungai yang telah mengalami pengolahan sehingga memenuhi syarat sebagai air proses dan air pendingin.

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut:

1. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
2. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
3. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
4. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
5. Tidak terdekomposisi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada air pendingin :

- a. Kesadahan, yang dapat menyebabkan kerak.
- b. Oksigen terlarut, yang dapat menimbulkan korosi.
- c. Minyak, penyebab terganggunya film corrosion inhibitor, menurunkan head transfer coefficient, dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.
2. Sebagai pemadam kebakaran (*hydrant*) dan alat-alat lain.
3. Air umpan *Boiler (Boiler Feed water)*
4. Air rumah tangga dan sanitasi (air untuk domestik)
5. Air perkantoran dan laboratorium

Air yang diperoleh dari sungai harus diproses terlebih dahulu. Air yang telah diproses kemudian digunakan sebagai air pendingin, air minum, air umpan boiler dan air proses. Air untuk umpan boiler harus dilunakkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kesadahnya dengan proses demineralisasi, deaerasi dan penambahan senyawa-senyawa kimia tertentu. Secara sederhana pengolahan air meliputi pengendapan, penggumpalan, penyaringan, demineralisasi dan deaerasi. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses pengolahan air adalah sebagai berikut :

- a) Tawas/Alum [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$]
- b) Kalsium hidroksida [$\text{Ca}(\text{OH})_2$]

c) Na_2CO_3

d) Cl_2

e) N_2H_4

VII.1.2. Unit Pengolahan Air

Air yang diperoleh dari sungai diolah terlebih dahulu sebelum digunakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik agar mendapatkan air bersih. Berikut beberapa tahapan yang dilakukan dalam proses pengolahan air pada pabrik *Sodium Nitrate*, yaitu :

1. Pemisahan kotoran dari air sungai

Pemisahan dilakukan dengan cara melewatkan air sungai melalui kisi-kisi besi, dengan tujuan agar air sungai bersih dari kotoran-kotoran fisik, berupa kayu, sampah dan lain-lain.

2. Pengendapan lumpur

Tahap kedua adalah penampungan air sungai ke dalam bak air sungai, dan selanjutnya dialirkan ke bak penampung sementara yang ada di dalam pabrik. Pada fase ini, diharapkan lumpur, pasir dan lain-lain dapat mengendap.

3. Flokulasi

Air dari bak pengendapan dipompa menuju premix tank untuk ditambahkan bahan kimia tertentu. Penambahan ini akan menyebabkan terjadinya endapan yang disebut flock. Bahan kimia yang digunakan pada proses ini adalah $\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ atau lebih dikenal dengan tawas, dengan fungsi sebagai koagulan, serta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang berfungsi sebagai penetralisasi. Selanjutnya air akan dipompa menuju clarifier untuk mengendapkan kotoran tersuspensi. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah clarifier dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir clarifier secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di blowdown secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

4. Penyaringan (Sand Filter)

Air dari clarifier dimasukkan ke dalam sand filter untuk menahan/menyaring partikel - partikel *Solid* yang lolos atau yang terbawa bersama air dari clarifier. Pada tahap ini air dilewatkan melalui penyaring yang berbentuk semacam bed yang terisipasir dan kerikil. Air yang keluar dari sand filter ditampung di dalam bak penampung air bersih. Setelah melalui bagian ini, air siap didistribusikan ke setiap bagian unit sesuai dengan keperluannya.

5. Bak penampungan air bersih

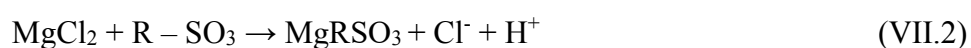
Air yang sudah melalui tahap filtrasi sudah bisa disebut dengan air bersih. Kemudian air keluaran proses filtrasi akan ditampung dalam bak penampungan airbersih. Air bersih ini kemudian didistribusikan ke Cooling Tower sebagai air pendingin, ke tangki klorinator sebagai air domestik, dan ke unit demineralisasi sebagai air umpan boiler.

6. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (boiler) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada filtered water sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silika lebih kecil dari 0,02 ppm. Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a. *Cation exchanger*

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *Cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Sehingga air yang dapat keluar dari cation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .





Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

Reaksi:



b. Anion exchanger

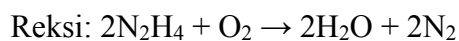
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:

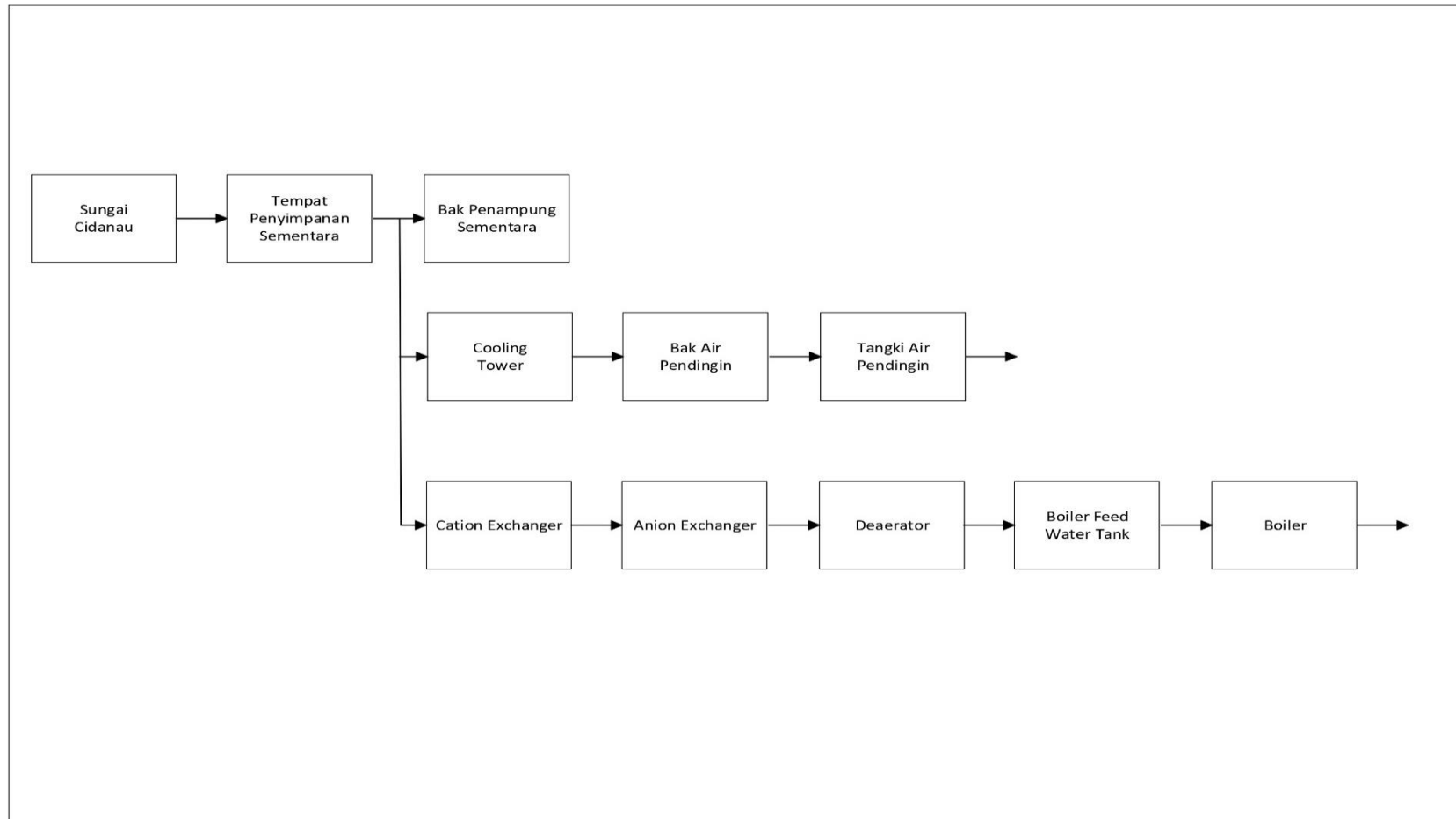


7. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (polish water) dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan hidrazin (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (scale) pada tube boiler.



Air yang keluar dari deaerator akan dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (boiler *feed water*). Proses pengolahan air dapat dilihat pada gambar VII.1.berikut ini



Gambar VII.1. Diagram Alir Pengolahan Air

VII.1.3. Kebutuhan Air

1. Air Pembangkit *Steam*

Kebutuhan air untuk pembangkit *Steam* dapat dilihat pada tabel VII.1 berikut ini :

Tabel VII.1. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
HE-01	307,2641
HE-02	314,3727
HE-03	514,1396
EV-01	1421,9296
Total	2557,7060

Diprediksi air yang hilang pada saat *blow down* 20% dari kebutuhan air untuk membuat *Bucket Elevator*. Kebutuhan air *blow down boiler* = 20% x 2557,7060 = 511,5412 kg/jam

2. Air Proses

Kebutuhan air proses dapat dilihat pada tabel VII.2 berikut ini.

Tabel VII.2. Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)	Keterangan
R-01	13486,1015	water
CD-01	4749,6291	water
CL-01	442,4381	water
Total	18678,1686	

Diprediksi air yang hilang pada saat *make-up* 20% dari kebutuhan air proses.. Kebutuhan air *blow make-up* = 20% x 18678,1686 = 3735,6337 kg/jam

3. Kebutuhan Air Rumah Tangga dan Sanitasi

Dirancang pabrik mempunyai perumahan sebanyak 40 rumah dengan penghuni (empat) 4 orang di setiap rumahnya. Dianggap kebutuhan air tiap orang sebanyak 100 kg/hari.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air rumah tangga dan sanitasi} &= (40 \times 4 \times 100) \text{ kg/jam} \\ &= 16.000 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

4. Air Kantor

Kebutuhan air kantor dapat dilihat pada tabel VII.3 berikut ini.

Tabel VII.3. Kebutuhan Air Kantor

Penggunaan	Kebutuhan (Kg/hari)
Air karyawan	8000
Bengkel	200
Politeknik	300
Laboratorium	500
Pemadam kebakaran	1000
Kantin masjid dan kebun	1500
Total	11.500

Maka total kebutuhan air kantor yang diperlukan yaitu 11.500 kg/hari.

5. Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total dapat dilihat pada tabel VII.4 berikut ini.

Tabel VII.4. Kebutuhan Air Total

No	Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
1	Air pendingin	18678,169
2	Air untuk <i>Bucket Elevator, makeup</i>	6804,881
3	Air keperluan domestik	1145,833
4	Over design 10% total	2662,888
Total		29291,771

Maka total kebutuhan air kantor yang diperlukan yaitu 29291,771 kg/jam.

VII.2. Unit Pembangkit *Bucket Elevator*

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *Bucket Elevator* jenuh pada suhu 160 °C pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi:

Kapasitas = 7.938,9872 kg/jam

Jenis = Water Tube Boiler

Jumlah = 1 buah

VII.3. Unit Pembangkit Listrik

Listrik digunakan untuk menggerakkan motor penggerak alat-alat proses sebagai berikut.

- a. Listrik alat proses dan utilitas = 111,1092 kW

- b. Listrik alat instrumentasi dan kontrol = 5,5555 kW
- c. Listrik laboratorium, perkantoran dan lain-lain = 27,7773 kW

Total kebutuhan listrik yang diperlukan pabrik berjumlah 144,4420 kW yang dipenuhi oleh PLN. Untuk kebutuhan cadangan listrik pada *generator* disediakan 500 kW jika sewaktu waktu listrik padam atau pasokan listrik berkurang.

VII.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertugas untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan untuk menghidupkan *boiler* dan generator. Bahan bakar generator sebanyak 71,7553 kg/jam.

VII.5. Unit Pengolahan Limbah

VII.5.1. Limbah Cair

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *Sodium Nitrate* adalah :

1. Limbah cairan bersifat asam

Limbah tersebut merupakan keluaran dari proses pembuatan *Sodium Nitrate* yang kemudian limbah akan dinetralkan dengan larutan NaOH. Selanjutnya diolah seperti pengolahan limbah pada umumnya yakni tahap koagulasi, flokulasi, flotasi, dan filtrasi.

2. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi berasal dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran. Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi sebagai desinfektan untuk membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

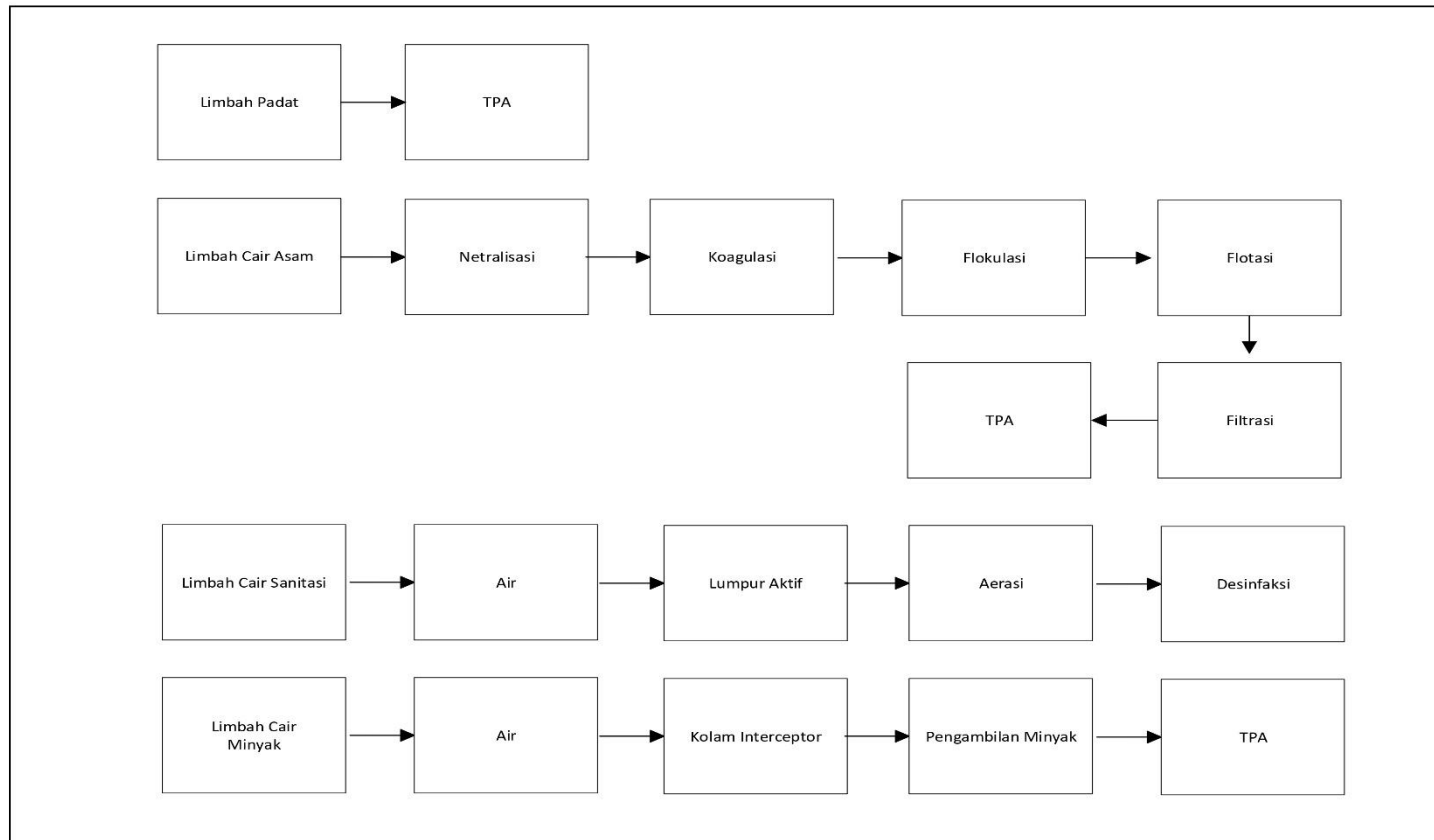
3. *Back wash filter*, air berminyak dari pompa

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke penampungan minyak dan pengolahannya dengan pembakaran di dalam tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir kemudian dibuang.

4. *Blow down cooling water*

VII.5.2. Limbah Padat

Limbah padat ini dihasilkan dari limbah domestik seperti kertas dan plastik. Sampah yang dihasilkan akan ditampung dan kemudian diteruskan ke bak penampungan sebelum dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA).



Gambar VII.2. Diagram Alir Sistem Pengolahan Limbah

VII.6. Unit Laboratorium

Keberadaan laboratorium dalam suatu pabrik sangat penting untuk mengendalikan mutu hasil produksi. Laboratorium memiliki program-program kerja untuk menganalisa arus-arus disetiap unit yang dianggap penting dan berpengaruh.

1. Kegunaan laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atau mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk. Tugas laboratorium antara lain:

- a) Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang akan digunakan.
- b) Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan.
- c) Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi.
- d) Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

2. Program kerja laboratorium

- a) Analisa bahan baku dan produk.

Dalam upaya pengendalian mutu produk pabrik ini, maka akan dioptimalkan aktivitas laboratorium untuk pengujian mutu. Adapun analisa pada proses pembuatan *Sodium Nitrat* meliputi: kemurnian, warna, densitas, *viskositas*, titik didih, *specific gravity* dan *impurities*.

- b) Analisa untuk keperluan utilitas Adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi:

- 1) Analisa *feed water*, yang dianalisa meliputi dissolved *oxygen*, pH, *Hardness*, total *Solid*, *Suspended Solid* serta *oil organic matter*.

A Syarat kualitas *feed water*

B DO: lebih baik $0 < 0,007$ ppm ($< 0,005$ cc/L)

C pH: > 7

D *Hardness*: 0 (*temporary Hardness maksimum*: ppm CaCO₃)

E Total *Solid*: < 200 ppm (0,006 Psi), < 10 ppm (600-700 Psi)

F *Suspended Solid*: 0

G *Oil dan Organic matter*: 0

- 1) Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO₃ dan silika sebagai SiO₂
- 2) Air bebas mineral, analisisnya sama dengan penukar ion.
- 3) Analisa *cooling water*, yang dianalisa pH jenuh CaCO₃ dan indeks Langelier.

H Syarat kualitas air pada *cooling water*

- 1) pH jenuh CaCO₃: $11,207 - 0,916 \log Ca + \log Mg - 0,991 \log$
total alkalinitas + $0,032 \log SC4$
- 2) Indeks Langlier: pH jenuh CaCO₃ (0,6-10)
- 2) Analisa air umpan boiler, yang dianalisa meliputi alkalinitas total, *sodium phosphate, chloride*, pH, *oil and organic matter*, total *Solid* serta konsentrasi silika.
- 3) Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi pH, kadar Cl dan kekeruhan.
- 4) Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O₂ terlarut dan kadar Fe.

Untuk mempermudah program kerja laboratorium dalam pabrik

Sodium Nitrate dibagi menjadi 3 bagian laboratorium, yaitu:

1. Laboratorium Pengamatan

Kerja dan tugas-tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika semua stream yang berasal dari proses produksi maupun tangki, serta mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku, produk intermediet dan produk akhir.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi terhadap bahan baku, bahan penunjang, produk akhir, analisa air dan bahan kimia yang digunakan (additive, katalis, bahan injeksi, dan lain-lain).

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material terkait. Dalam proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan, termasuk didalamnya adalah kemungkinan pergantian, penambahan dan pengurangan alat proses.

VII.6.1. Alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

1. *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.

2. *Viscometer Bath*

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas produk keluar dari reaktor.

3. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur specific gravity

4. *Thermoline*

Alat ini digunakan untuk mengukur titik leleh

BAB VIII

LAYOUT PABRIK DAN PERALATAN PROSES

VIII.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi dari suatu pabrik harus direncanakan dengan baik dan tepat agar dapat memberikan keuntungan jangka panjang dan dimungkinkan untuk mengembangkan pabrik di masa yang akan datang. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik, faktor tersebut adalah faktor produksi dan faktor distribusi produk yang dihasilkan. Lokasi pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi yang seminimal mungkin, di samping itu terdapat beberapa faktor lain yang harus dipertimbangkan misalnya pengadaan bahan baku, utilitas, dan lain – lain. Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik.

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka ditentukan rencana pendirian pabrik *Sodium Nitrate* berlokasi di daerah Cilegon, Provinsi Banten. Faktor- faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Sumber Bahan Baku

Lokasi bahan baku sangat mempengaruhi kelangsungan hidup suatu pabrik. Lokasi pabrik harus dekat dengan sumber bahan baku. Bahan baku utama yaitu *Sodium Hydroxide* dan *Nitric Acid* diperoleh dari :

1. *Sodium Hydroxide* 40% (NaOH)

Sodium Hydroxide diperoleh dari PT. Asahimas *Chemical*, Cilegon, Banten.

2. *Nitric Acid* (HNO₃)

Nitric Acid diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek, Jawa Barat.

2. Pemasaran Produk

Pemasaran produk sebagian besar untuk mencukupi kebutuhan impor dalam negeri dengan prioritas utama pemasaran *Sodium Nitrate* antara lain industri pupuk NPK, industri dinamit, industri kalium nitrat, industri kaca, industri cat, industri korek api, dan sebagian lagi untuk tujuan ekspor ke negara lain. Beberapa yang

letaknya dekat dengan pemilihan lokasi pabrik, antara lain PT. Dahana, PT. Asia Paint Indonesia. Dan alasan lain dipilihnya kota Cilegon sebagai lokasi pabrik karena lokasi pabrik yang dipilih dekat dengan pelabuhan Merak sehingga dapat mengurangi biaya transportasi produk dari pabrik ke kapal pengangkut untuk dipasarkan ke tempat tujuan sehingga menguntungkan untuk pemasaran produk di dalam maupun di luar negeri.

3. Penyediaan Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan adalah keperluan listrik, air, dan bahan bakar. Kebutuhan tenaga listrik diperoleh dari PLTU dan PLTG Cilegon dengan cadangan generator pembangkit yang dibangun sendiri. Pabrik ini memerlukan air yang cukup banyak untuk memenuhi berbagai kebutuhan seperti alat-alat pendingin, *Bucket Elevator*, air proses, keperluan air minum dan keperluan lainnya. Untuk pemenuhan kebutuhan air ini, pabrik *Sodium Nitrate* memproses air dari sungai Cidanau, Cilegon yang memiliki panjang 237 km dengan debit air 2.000 liter per detik. Untuk umpan boiler, air harus melalui proses treatment terlebih dahulu. Untuk air pendingin, pabrik *Sodium Nitrate* juga membuat cooling tower untuk mendinginkan kembali air pendingin. Kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari PT. Pertamina atau distributornya.

4. Sarana Transportasi

Lokasi pabrik terletak dengan pelabuhan Merak karena mempermudah pemasokan bahan baku dan pemasaran produk baik untuk dalam negeri maupun luar negeri (ekspor). Transportasi lewat darat dapat dilakukan dengan mudah. Telekomunikasi di Jawa juga berjalan sangat baik dan lancar

5. Tenaga Kerja

Pekerja mempunyai peranan penting dalam menciptakan perusahaan dan industri. Salah satu penggerak pertumbuhan ekonomi adalah dunia perusahaan atau industri. Letak pabrik yang dekat dengan pusat pendidikan, banyaknya tenaga kerja usia produktif yang belum tersalurkan, dan banyaknya industri baru yang bermunculan, apalagi dengan berdirinya pabrik menjadikan wilayah Cilegon sebagai daerah tujuan bagi para pencari kerja, dengan hal ini maka akan lebih mudah untuk memperoleh pekerja yang terampil dan berkualitas.

6. Keadaan Iklim

Iklim yang terlalu panas akan membuat pabrik memerlukan peralatan pendingin yang lebih banyak, sedangkan iklim yang terlalu dingin atau lembab akan berakibat bertambahnya biaya konstruksi pabrik karena diperlukan perlindungan khusus pada alat-alat proses. Wilayah Cilegon mempunyai kondisi iklim tropis dengan temperatur rata-rata 30-33 °C dan kelembaban udara rata-rata 83% tahun. Mengingat kondisi tersebut, maka kawasan industri Cilegon cocok untuk dijadikan lokasi pabrik *Sodium Nitrate*.

7. Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik haruslah memperhitungkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun kedepan (jangka panjang). Hal ini dikarena apabila suatu saat nanti akan memperluas area dari pabrik tidak kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

8. Peraturan Daerah

Dalam mendirikan suatu bangunan (pabrik) haruslah dilengkapi dengan suratsurat dari instansi yang terkait, baik itu pemerintah daerah ataupun dari badan pertanahan setempat serta dari instansi lainnya yang terkait. Lahan yang akan didirikan pabrik harus bebas dari sengketa kasus-kasus yang lain, agar pendirian pabrik tidak mengalami kesulitan pada saat membangun maupun pada saat mendatang.

9. Karakteristik Daerah dan Masyarakat

Keadaan sekitar lahan pabrik haruslah diamati atau dimengerti, dengan maksud agar pada saat pabrik telah berdiri tidak ada masalah yang akan berkembang, misalnya menggunakan potensi-potensi yang ada, baik potensi alam sekitar ataupun potensi dari masyarakat sekelilingnya.

VIII.2. *Layout* Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Secara garis besar *Layout* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

1. Daerah Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

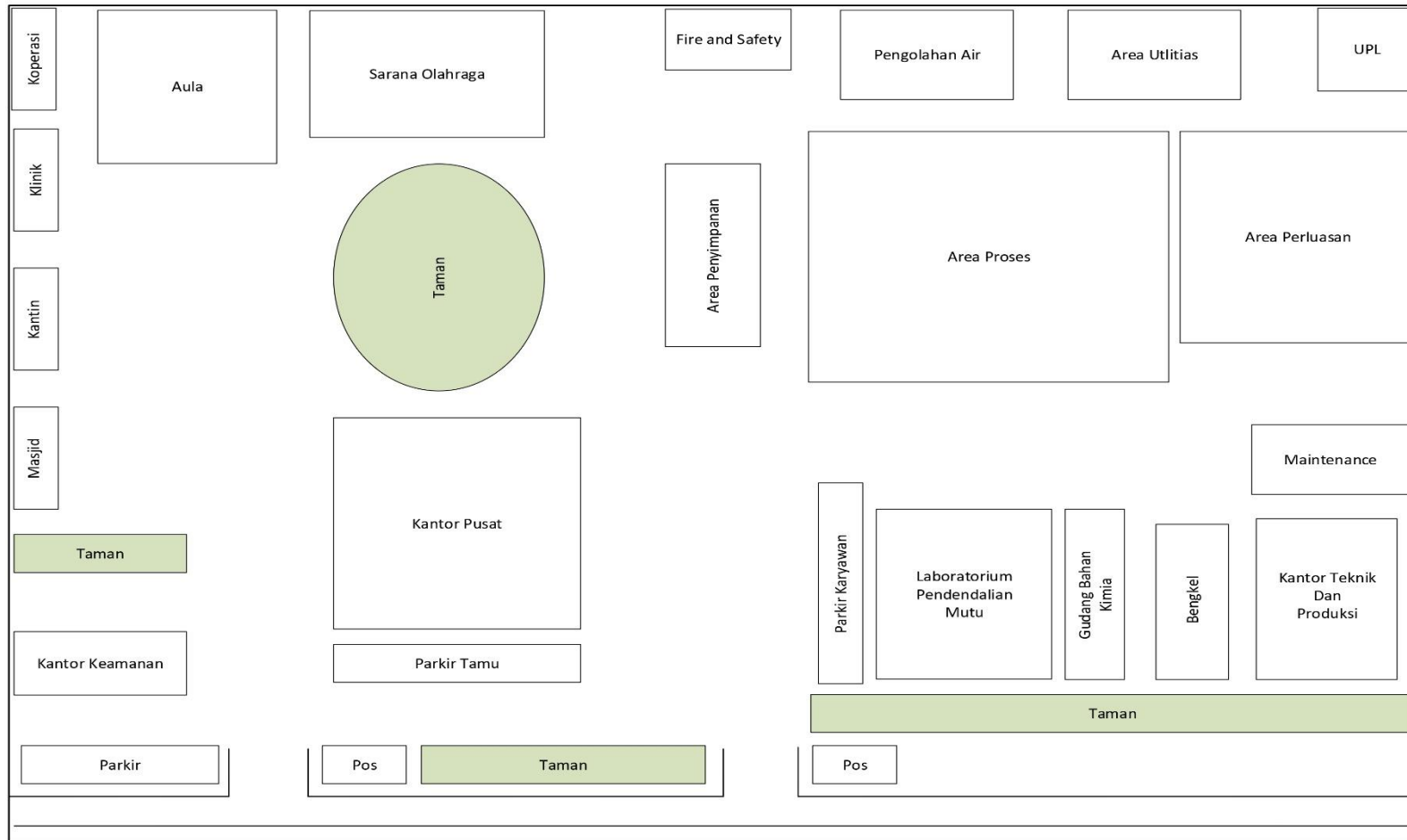
Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel dan Garasi

Berikut akan disajikan dalam Tabel VIII.1 perincian luas bangunan dari pabrik yang akan didirikan :

Tabel VIII.1. Rincian Area Bangunan Pabrik *Sodium Nitrate*

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
Perkantoran	50	16	800
PosKeamanan/ satpam,	8	4	32
Aula	16	30	480
Koperasi	12	6	72
Klinik	12	10	120
Masjid	14	12	168
Kantin	15	12	180
<i>Maintenance</i>	12	24	288
<i>Fire and Safety</i>	16	14	224
Gudang	22	10	220
Laboratorium	13	16	208
Area Utilitas	35	20	700
Area proses	70	40	2800
Area Penyimpanan	45	30	1350
Tempat Pengolahan Limbah	16	25	400
Parkir Karyawan dan Tamu	16	21	336
Parkir Truk	20	15	300
Jalan dan taman	40	40	1600
Perluasan pabrik	120	50	6000
Total	552	395	16278
Luas Tanah			16278
Luas Bangunan			7642



Gambar VIII.1. Tata Letak Bangunan Pabrik

VII.2. *Layout* Peralatan

Layout peralatan merupakan pengaturan dari tata letak peralatan proses. Untuk menghindari bahaya seperti ledakan atau kebakaran pada alat proses tertentu, maka alat proses dengan tekanan dan suhu operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan atau diberi jarak lebih dari alat proses lainnya. Hal ini juga bertujuan agar tidak membahayakan alat proses lain yang berada di sekitarnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam prarancangan tata letak alat proses antara lain:

a. Aliran Bahan Baku dan Produk

Alur aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan secara ekonomis yang cukup besar. Selain itu juga dapat menunjang kelancaran dan keamanan selama proses produksi.

b. Aliran Udara

Aliran udara perlu diperhatikan untuk mencegah terjadinya stagnansi udara atau keadaan berhenti udara pada suatu tempat yang mengandung akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan.

c. Pencahayaan

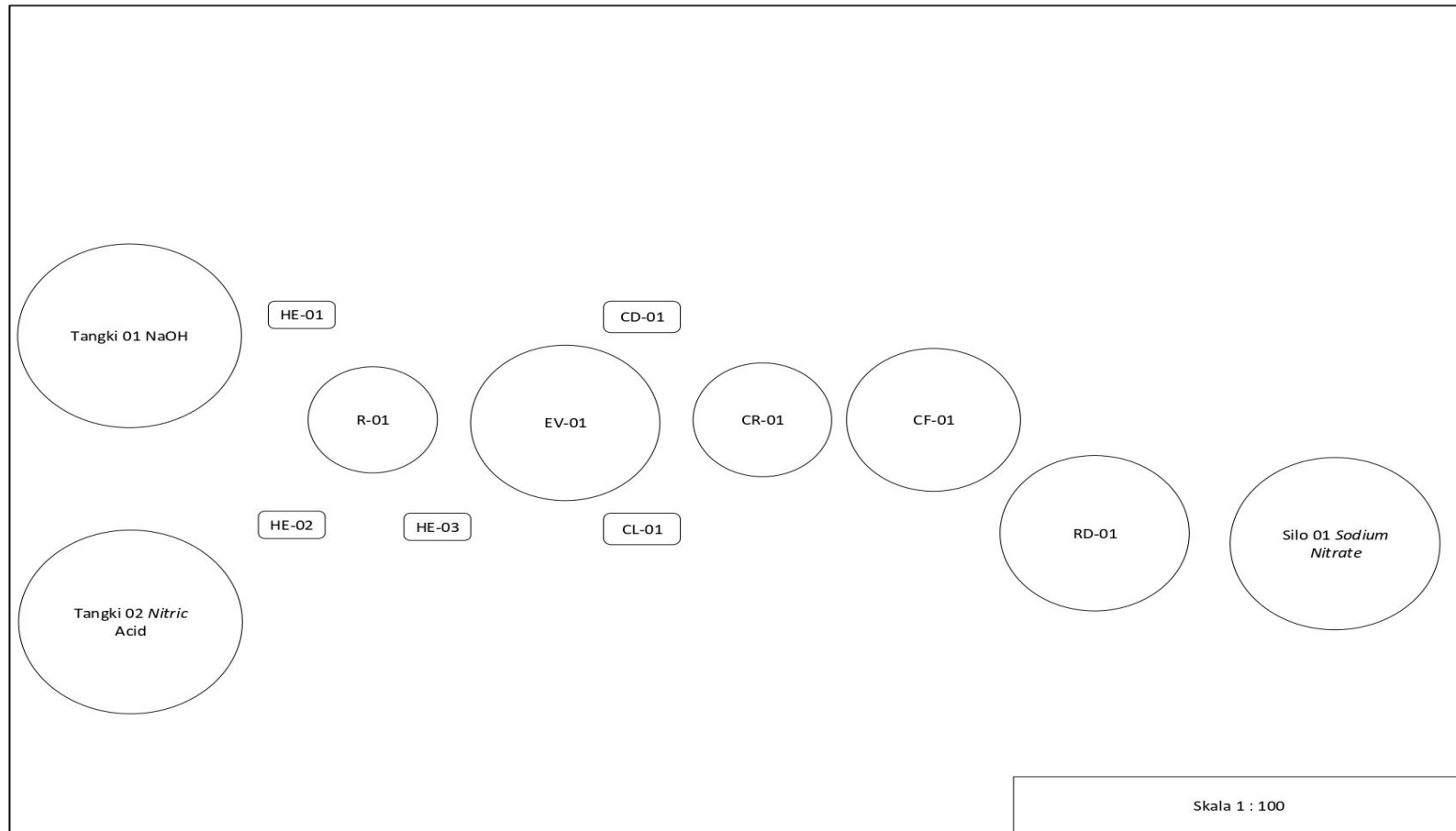
Pencahayaan yang memadai harus diadakan pada seluruh area pabrik, Selain itu perlu ditambahkan pencahayaan pada tempat-tempat proses yang memiliki resiko tinggi.

d. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Hal ini perlu diperhatikan dalam penyusunan tata letak alat proses guna karyawan dapat mencapai alat proses dengan cepat, mudah, dan aman. Peralatan yang mengalami gangguan harus segera diperbaiki, maka dari itu keamanan dan keselamatan karyawan selama bekerja juga perlu diperhatikan dengan baik.

e. Pertimbangan Ekonomi

Penataan letak alat proses diharapkan dapat meminimalisir biaya operasi, namun tetap mengutamakan kelancaran dan keamanan pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi pertimbangan ekonomi.



Gambar VIII.2. Tata Letak Alat Proses

BAB IX

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

IX.1. Organisasi Perusahaan

Bentuk perusahaan : Persero Terbatas (PT)

Lapangan produksi : *Sodium Nitrate*

Kapasitas : 15.000 ton/tahun

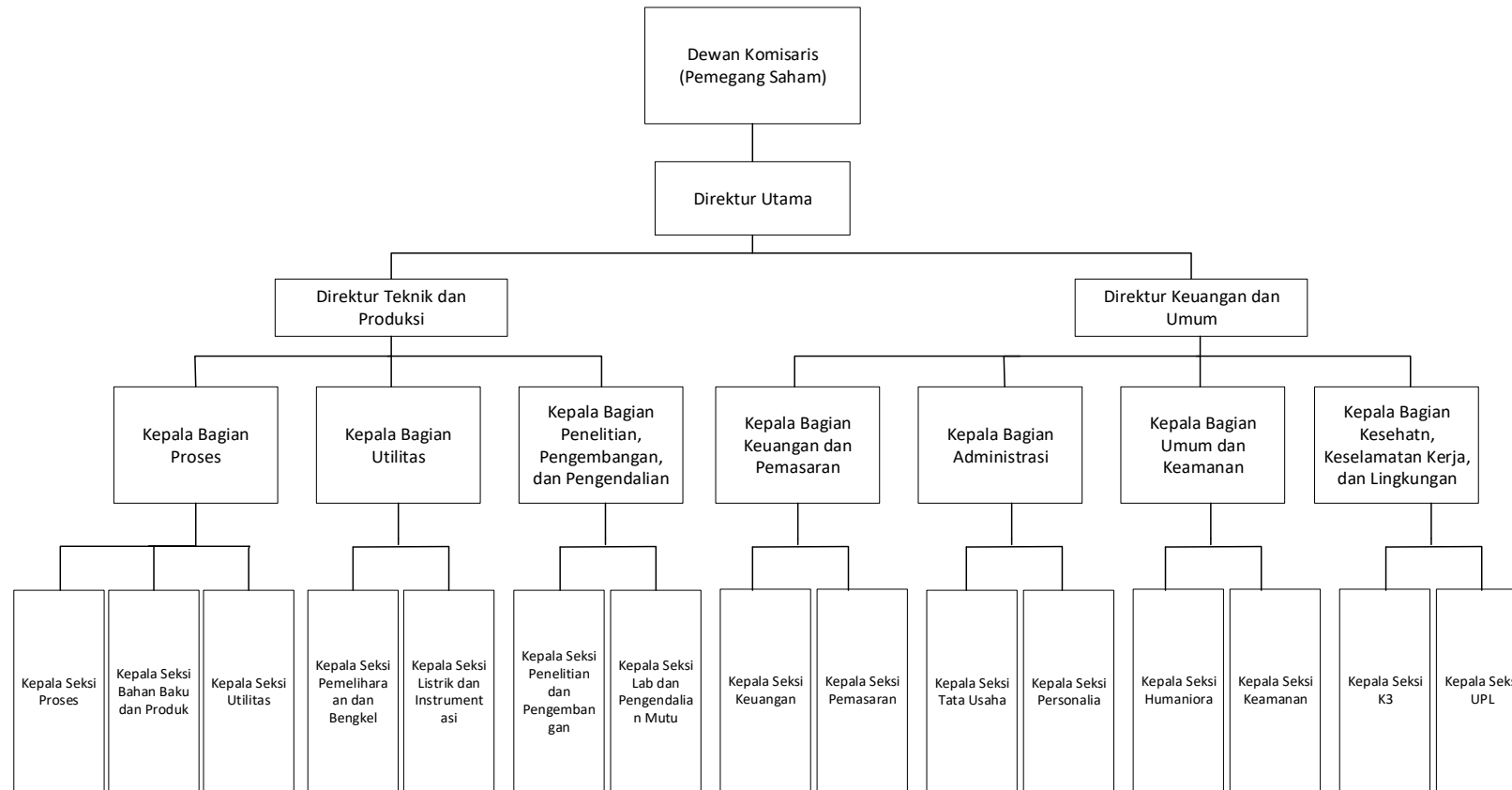
Status permodalan : Cilegon, Banten

Perseroan Terbatas (PT) adalah suatu bentuk perkumpulan yang modalnya didapatkan dari beberapa pemegang saham yang dapat memiliki satu atau beberapa saham. Setiap pemegang saham memiliki tanggung jawab pada jumlah modal yang ditanamkan pada perusahaan dan setiap pemegang saham adalah pemilik perusahaan. Pemilihan bentuk perseroan pada beberapa ketentuan sebagai berikut:

- a) Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham.
- b) Efisiensi dalam manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang sudah berpengalaman sebagai dewan komisaris dan direktur utama.
- c) Lapangan usaha yang lebih luas, sebuah PT dapat menarik modal yang sangat pesat dari masyarakat sehingga dapat memperluas usahanya

IX.2. Struktur Organisasi

Pabrik ini memiliki struktur organisasi yang berfungsi untuk memperjelas dan mempertegas kedudukan hubungan kerja antara satu bagian ke bagian yang lainnya. Hal ini juga untuk mempermudah untuk mencapai tujuan organisasi yang telah ditetapkan.



Gambar IX.1. Struktur Organisasi Pabrik Sodium Nitrate

IX.3. Tugas dan Wewenang

IX.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan sejumlah orang yang memberikan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi Perusahaan tersebut dengan cara membeli saham perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk persoalan tersebut adalah rapat umum pemegang saham. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut:

1. Menegaskan hasil usaha serta neraca penghitungan untung dan rugi tahunan perusahaan.
2. Meningkatkan dan memperhatikan dewan konstitusi dan manager.
3. Mengadakan rapat umum sedikitnya setahun sekali.

IX.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksanaan dan pemilik saham dan tanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas dan wewenang komisaris adalah sebagai berikut:

1. Menilai dan menyetujui direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengaruh pemasaran.
2. Mengawasi tugas dan direksi.
3. Membantu direksi dalam hal yang penting.

IX.3.3. Direktur Utama

Dewan umum adalah pemimpin tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya suatu perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Tugas direktur utama antara lain:

1. Menentukan sasaran akhir (final goal) bagi perusahaan dan merumuskan kebijakan-kebijakan sehingga organisasi dapat mencapai goal tersebut.
2. Menentukan strategi perusahaan.
3. Memilih dan mengangkat manager direktur.
4. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, dan karyawan.

5. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dan penerjunan rapat umum pemegang saham.

Direktur utama membawahi beberapa direktur, yaitu:

a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas dari direktur yaitu memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, dan laboratorium.

b. Direktur Keuangan Dan Umum

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

IX.3.4. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasikan, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerja serta membawahi seksi-seksi dalam lingkungan bagiannya. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian tersebut dari:

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas, Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku serta utilitas.
2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi, Mempunyai tanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.
3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu, Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukaan keuangan.
4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaraan, Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
5. Kepala Bagian Administrasi, Memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia, dan rumah tangga perusahaan.
6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan, Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan, Mempunyai tanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan serta keselamatan kerja karyawan.

IX.3.5. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para kepala bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab sesuai dengan dengan seksi. Kepala seksi terdiri dari:

1. Kepala Seksi Proses, Memimpin langsung serta membantu kelancaran proses produksi.
2. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produksi, Memiliki tanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku serta mengontrol produk yang dihasilkan.
3. Kepala Seksi Utilitas, Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, *Bucket Elevator*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.
4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel, Mempunyai tanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian, serta perbaikan alat-alat maupun fasilitas pendukungnya.
5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi, Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat- alat instrumentasi.
6. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan, Mengkoordinasikan kegiatan-kegiatan yang berhubungan dan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.
7. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu, Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk, dan limbah.
8. Kepala Seksi Keuangan, Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.
9. Kepala Seksi Pemasaran, Mengkoordinasikan kegiatan yang pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.
10. Kepala Seksi Tata Usaha, Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang

berhubungan dan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kotor.

11. Kepala Seksi Personalia, Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.
12. Kepala Seksi Humas, Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.
13. Kepala Seksi Keamanan, Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.
14. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.
15. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah, Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah

IX.4. Pembagian Jam Kerja

Pabrik *Sodium Nitrate* ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam setahun dan 24 jam dalam sehari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan shut down. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan pada *Sodium Nitrate* ini terbagi menjadi dua yaitu:

IX.4.1. Karyawan Non-Shift

Karyawan non *Shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Orang-orang yang termasuk dalam karyawan non *Shift* adalah direktur, *Shift* ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bagian administrasi. Karyawan non *Shift* ini bekerja dengan perincian sebagai berikut:

Senin – jumat : pukul 08.00 WIB - 16.00 WIB

Sabtu : pukul 08.00 WIB 12.00 WIB

IX.4.2. Karyawan Shift

Karyawan *Shift* adalah karyawan yang berlangsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan keamanan dan kelancaran produksi. Orang-orang yang termasuk karyawan *Shift* adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan *Shift* bekerja secara

berganti sehari semalam. Karyawan *Shift* dibagi dalam tugas *Shift* dengan pengaturan sebagai berikut.

Shift pagi : pukul 07.00 WIB - 15.00 WIB

Shift sore : pukul 15.00 WIB - 23.00 WIB

Shift malam : pukul 23.00 WIB - 07.00 WIB

Pembagian *Shift* kerja dapat dilihat pada Tabel IX.1.

Tabel IX.1. Jadwal Hari dan Jam Kerja Karyawan *Shift* Setiap Dua Minggu

Hari/Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M
B	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
C	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P
D	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S

Keterangan : A,B,C dan D adalah nama regu *Shift*

P: *Shift* pagi

S: *Shift* siang

M: *Shift* malam

L: Libur

IX.5. Perincian Tugas dan Keahlian

Berikut ini adalah rincian tugas dan keahlian

1. Direktur Utama : S3/S2 Teknik Kimia
2. Direktur Teknik dan Produksi : S2/S1 Teknik Kimia
3. Direktur Keuangan dan Umum : S2/S1 Ekonomi
4. Staf Ahli dan Litbang : Sarjana Teknik Kimia,
Ekonomi,dan Hukum
5. Sekretaris : Akademisi Sekretaris
6. Kepala Bagian Produksi : Sarjana Teknik Kimia
7. Kepala Bagian Teknik : Sarjana Teknik Mesin
8. Kepala Bagian Keuangan : Sarjana Ekonomi
9. Kepala Bagian Pemasaran : Sarjana Ekonomi
10. Kepala Bagian Umum : Sarjana Teknik Kimia
11. Kepala Seksi Proses : DIII Teknik Kimia
12. Kepala Seksi Pengendalian Proses : DIII Elektro/Listrik
13. Kepala Seksi Laboratorium : DIII Teknik Kimia
14. Kepala Seksi Utilitas : DIII Teknik Mesin

15. Kepala Seksi Pemeliharaan	: DIII Teknik Mesin
16. Kepala Seksi Administrasi	: DIII Manajemen
17. Kepala Seksi Kas	: DIII Akuntansi
18. Kepala Seksi Pemasaran	: DIII Semua Jurusan
19. Kepala Seksi Pembelian	: DIII Manajemen
20. Kepala Seksi Keamanan	: DIII Semua Jurus
21. Kepala Seksi Humas	: DIII Manajemen
22. Kepala Seksi Personal	: Sarjana Psikologi
23. Kepala Satpam	: Purna Perwira, TNI/Polisi
24. Operator	: SMK/SMU/Sederajat
25. Karyawan Biasa	: SMK/SMU/Sederajat
26. Karyawan Pemeliharaan	: STM
27. Medis	: Doktor
28. Paramedis	: Perawat
Lain-lain	: SD/SMP/Sederajat

IX.6. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

IX.6.1. Karyawan Non-Shift

Pembagian karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap ialah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian ialah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan borongan ialah karyawan yang dikerjakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

IX.6.2. Sistem Gaji

a. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

b. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Adapun sistem dan pembagian gaji karyawan dapat dilihat pada tabel IX.2.

Tabel IX.2. Komposisi dan Sistem Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur Utama	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
4	Kepala Bagian	7	Rp 20.000.000	Rp 140.000.000
5	Kepala Seksi	15	Rp 15.000.000	Rp 225.000.000
6	Karyawan Proses	37	Rp 10.000.000	Rp 370.000.000
7	Laboran	6	Rp 8.000.000	Rp 48.000.000
8	HSE	5	Rp 8.500.000	Rp 42.500.000
9	Karyawan lain	35	Rp 5.300.000	Rp 185.500.000
10	Satpam	10	Rp 4.816.000	Rp 48.160.000
11	Sekretaris	5	Rp 6.000.000	Rp 30.000.000
12	Medis	8	Rp 5.200.000	Rp 41.600.000
13	Paramedis	6	Rp 5.200.000	Rp 31.200.000
14	Sopir	8	Rp 4.816.000	Rp 38.528.000
15	Cleaning Service	15	Rp 4.816.000	Rp 72.240.000
Total		160	Rp 202.648.000	Rp 1.377.728.000

IX.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktivitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas

sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Kesejahteraan yang diberikan perusahaan pada karyawan antara lain:

a. Pakaian Kerja

Untuk menghindari kesejangan antara karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya. Selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja. Khusus untuk operator selain pakaian dinas juga diberikan baju khusus operator, *safety shoes*, dan helm pengaman sesuai standar keselamatan kerja.

b. Tunjangan

1. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan.
2. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
3. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

c. Cuti

1. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
2. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

d. Pengobatan

1. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
2. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur dengan kebijakan perusahaan.

e. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan 1.000.000,00/bulan.

IX.8. Manajemen Perusahaan

Manajemen produksi merupakan suatu bagian dan manajemen perusahaan yang berfungsi untuk menyelenggarakan semua kegiatan untuk proses bahan baku menjadi bahan produksi jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi.

Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan yang direncanakan dan dalam waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selanjutnya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar tidak terjadi penyinggungan. Perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat dilakukan dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

BAB X

EVALUASI EKONOMI

Dalam perancangan pabrik diperlukan analisis ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembangkan dan terjadinya titik impas di mana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu, analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik layak untuk didirikan atau tidak. Dalam evaluasi ekonomi ini terdapat beberapa faktor yang ditinjau yaitu:

1. *Return On Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)
4. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut perlu dilakukan. Perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*) Meliputi:
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*) Meliputi:
 - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal. Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:
 - a. Biaya hidup (*Fixed Cost*)
 - b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
 - c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

X.1 Dasar Perhitungan

Pabrik *Sodium Nitrate* ini didirikan pada tahun 2029.

Kapasitas produksi: 15.000 ton/tahun

Satu tahun operasi: 330 Hari

Nilai kurs (Maret 2024): Rp 15.475

Penentuan harga peralatan pada tahun tertentu diperlukan indeks harga peralatan. Indeks ini ditentukan berdasarkan data-data indeks pada tahun-tahun sebelumnya. Pada pabrik *Sodium Nitrate* ini berproduksi selama satu tahun yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2014. Dalam analisa ekonomi harga-harga alat diperhitungkan pada tahun analisa.

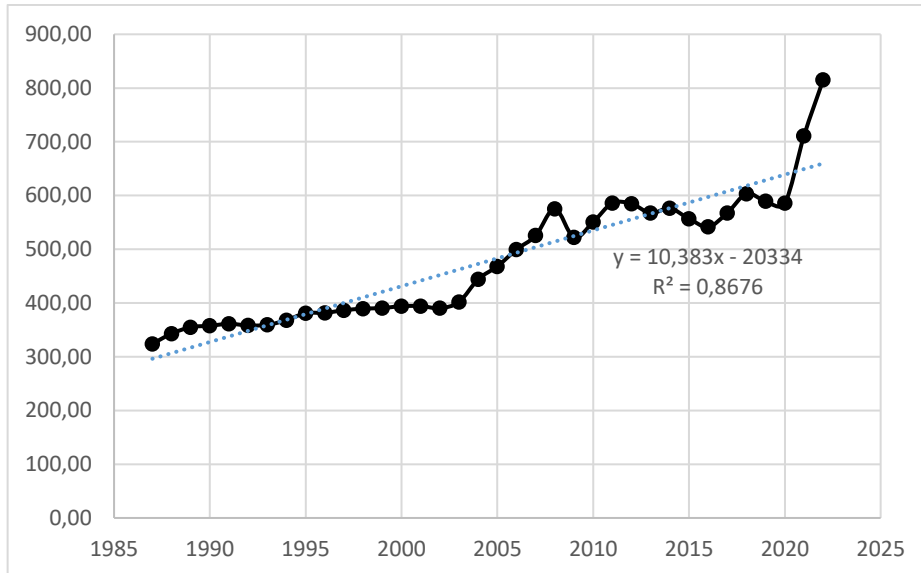
Harga indeks pada tahun 2029 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks pada tahun 1897 sampai dengan 2022, dicari dengan persamaan regresi linier. Harga indek 1987 sampai 2022 dapat dilihat pada tabel X.1 sebagai berikut:

Tabel X.1. Indeks dari *Chemical Engineering Plant Cost Index*

Tahun (X)	Indeks (Y)	X (tahun ke-)
1987	324,00	1
1988	343,00	2
1989	355,00	3
1990	357,60	4
1991	361,30	5
1992	358,20	6
1993	359,20	7
1994	368,10	8
1995	381,10	9
1996	381,70	10
1997	386,50	11
1998	389,50	12
1999	390,60	13
2000	394,10	14
2001	394,30	15
2002	390,40	16
2003	402,00	17
2004	444,20	18
2005	468,20	19
2006	499,60	20
2007	525,40	21
2008	575,40	22
2009	521,90	23
2010	550,80	24
2011	585,70	25
2012	584,60	26
2013	567,30	27
2014	576,10	28
2015	556,80	29
2016	541,70	30
2017	567,50	31
2018	603,10	32
2019	589,23	33
2020	585,69	34
2021	711,03	35
2022	815,00	36
TOTAL	17.205,85	666

Sumber: *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI 2018)

Dari data indeks di atas didapatkan grafik ekstrapolasi indeks harga seperti yang dilihat pada grafik di bawah ini



Gambar X.1. Ekstrapolasi Indeks Harga

Dari data di atas diperoleh persamaan $Y = 10,383x - 20334$. Maka indeks untuk tahun 2029 diperkirakan sebesar 722,724.

Nilai tukar mata uang Amerika Serikat terhadap rupiah pada 11 Maret 2024 berdasarkan Bank Indonesia yaitu 1US\$ = Rp. 15.475. Untuk penentuan harga alat digunakan persamaan:

$$Ex = \frac{Ex}{Ny} Ey$$

Dimana :

Ex : Harga pembelian 2029

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi 2024

Nx : Indeks harga pada tahun 2029

Ny : Indeks harga pada tahun referensi 2024

(*Chemical_engineering_Cost_estimation_ari.Pdf*, n.d.)

Tabel X.2. Hasil perhitungan harga alat

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Parameter	Harga \$		Total Harga	
				Tahun 2014	Tahun 2029	\$	Rp
Tangki NaOH	T-01	1	Volume (gallon)	\$358.000,00	\$435.172,12	\$435.172,12	Rp6.734.288.568
Tangki HNO ₃	T-02	1	Volume (gallon)	\$395.100,00	\$720.523,82	\$720.523,82	Rp11.150.106.117
Tangki Silo NaNO ₃	T-04	1	Volume (gallon)	\$354.300,00	\$646.118,93	\$646.118,93	Rp9.998.690.451
Pompa	P-01	1	Diameter (Inch); Material; Seal Type	\$6.500,00	\$8.253,39	\$8.253,39	Rp127.721.257
Pompa	P-02	1	Diameter (Inch); Material; Seal Type	\$6.500,00	\$8.253,39	\$8.253,39	Rp127.721.257
Pompa	P-03	1	Diameter (Inch); Material; Seal Type	\$6.500,00	\$8.253,39	\$8.253,39	Rp127.721.257
Pompa	P-04	1	Diameter (Inch); Material; Seal Type	\$6.500,00	\$8.253,39	\$8.253,39	Rp127.721.257
Pompa	P-05	1	Diameter (Inch); Material; Seal Type	\$6.500,00	\$8.253,39	\$8.253,39	Rp127.721.257

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Parameter	Harga \$		Total Harga	
				Tahun 2014	Tahun 2029	\$	Rp
Pompa	P-06	1	Diameter (Inch); Material; Seal Type	\$6.500,00	\$8.253,39	\$8.253,39	Rp127.721.257
Pompa	P-07	1	Diameter (Inch); Material; Seal Type	\$6.500,00	\$8.253,39	\$8.253,39	Rp127.721.257
Kondenser	CD-01	1	Type ; Area (ft2); Material	\$4.200,00	\$5.332,96	\$5.332,96	Rp82.527.581
Screw Conveyor	SC-01	1	Type ; Diameter (inch); Length (ft)	\$3.800,00	\$4.825,06	\$4.825,06	Rp74.667.812
Screw Conveyor	SC-01	1	Type ; Diameter (inch); Length (ft)	\$3.800,00	\$4.825,06	\$4.825,06	Rp74.667.812
Cooling Conveyor	CC-01	1	Type ; Diameter (inch); Length (ft)	\$4.159,00	\$5.280,90	\$5.280,90	Rp81.721.955
Bucket Elevator	BE-01	1	Type ; Length (ft)	\$10.800,00	\$13.713,33	\$13.713,33	Rp212.213.781
Heat Exchanger	HE-01	1	Type ; Area (ft2); Material	\$13.700,00	\$17.395,61	\$17.395,61	Rp269.197.111
Heat Exchanger	HE-02	1	Type ; Area (ft2); Material	\$18.100,00	\$22.982,53	\$22.982,53	Rp355.654.577
Heat Exchanger	HE-03	1	Type ; Area (ft2); Material	\$17.600,00	\$22.347,65	\$22.347,65	Rp345.829.865

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Parameter	Harga \$		Total Harga	
				Tahun 2014	Tahun 2029	\$	Rp
Cooler	C-01	1	Type ; Area (ft2); Material	\$17.500,00	\$22.220,67	\$22.220,67	Rp343.864.923
Reaktor RATB	R-01	1	Type ; Volume (gallons); Material	\$89.700,00	\$113.896,82	\$113.896,82	Rp1.762.553.346
Evaporator	EV-01	1	Type ; Area (ft2); Material	\$370.800,00	\$470.824,33	\$470.824,33	Rp7.286.006.474
Crystallizer	CR-01	1	Type ; Volume (gallons); Material	\$46.700,00	\$59.297,45	\$59.297,45	Rp917.628.108
Centrifuge (Diameter Bowl)	CF-01	1	Type ; Diameter (inch); Material	\$97.500,00	\$123.800,90	\$123.800,90	Rp1.915.818.854
Rotray Dryer	RD-01	1	Type ; Diameter (inch); Material	\$210.500,00	\$267.282,96	\$267.282,96	Rp4.136.203.783
Total		24		\$2.061.759	\$3.013.615	\$3.013.615	\$46.635.689.916

X.2. Perhitungan *Capital Investment*

X.2.1. *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran yang dilakukan untuk mendirikan fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital Investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

b. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal dalam menjalankan operasi dari satu pabrik selama waktu tertentu.

X.2.2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct Manufacturing Cost*, *Indirect Manufacturing Cost*, dan *Fixed Manufacturing Cost* yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton *Manufacturing Cost* terdiri dari:

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

Fixed Cost adalah biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

X.2.3. General Expenses

General Expenses atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

X.3. Analisis Kelayakan

Untuk dapat memenuhi keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak. Maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang dilakukan untuk menyatakan kelayakan adalah:

X.3.1. Percent Return on Investment(ROI)

Percent Return on Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dilakukan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

X.3.2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) merupakan waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam beberapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

X.3.3. Break Event Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat di mana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga per unit yang dijual agar mendapatkan keuntungan.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra}$$

Dimana :

Fa : *Fixed Manufacturing Cost*

Ra : *Regulated Cost*

Va : *Variable Cost*

Sa : Penjualan Produk

X.3.4. *Shut Down Point (SDP)*

1. Suatu titik atau saat penentuan aktivitas produksi dihentikan penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas (tidak menghasilkan profit).
2. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang dihasilkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi.
3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga harus berhenti atau tutup.

X.3.5. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

DCFR merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun yang didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun. selama umur pabrik. Penurunan untuk menentukan DCFR:

$$(FC + WC)(1 + i)^N = \sum_{n=0}^{n=N-1} (1 + i)^N + WC + SV$$

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash Flow*

: *Profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

XI.3.6. Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik *Sodium Nitrate* merupakan rencana *PPC*, *PC*, *MC*, serta *General Expense*.

Tabel X.3. *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	\$5.296.428	Rp81.962.225.028
2	<i>Instalasi Cost</i>	\$3.972.321	Rp61.471.668.771
3	Pemipaan	\$3.071.928	Rp47.538.090.516
4	Instrumentasi	\$1.694.857	Rp26.227.912.009
5	Isolasi	\$423.714	Rp6.556.978.002
6	Listrik	\$476.679	Rp7.376.600.253
7	Bangunan	\$1.481.486,27	Rp22.926.000.000
8	Tanah dan Pembuatan Jalan	\$2.898.244,51	Rp44.850.333.754
9	Utilitas	\$2.513.548	Rp38.897.154.328
Total		\$21.829.206	Rp337.806.962.661

Tabel X.4. *Direct Plant Cost (DPC)*

No	No	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Engineering and construction (20 %PPC)</i>	\$4.365.841	Rp67.561.392.532
2	<i>PPC + Engineering and Construction</i>	\$26.195.047	Rp405.368.355.193
Total		\$30.560.888	\$472.929.747.725

Tabel X.5. *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	\$26.195.047	Rp405.368.355.193
2	<i>Cotractor's fee</i>	\$1.047.802	Rp16.214.734.208
3	<i>Contingency</i>	\$2.619.505	Rp40.536.835.519
4	<i>Enviromental Cost</i>	\$529.643	Rp8.196.222.503
5	<i>Plant Start Up</i>	\$52.390	Rp810.736.710
Total		\$30.444.387	Rp471.126.884.133

Tabel X.6. Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	\$20.129.040,98	Rp311.496.909.132,40
2	<i>Tenaga Kerja</i>	\$1.052.842,39	Rp16.292.736.000,00
3	<i>Supervisor</i>	\$105.284,24	Rp1.629.273.600,00
4	<i>Maintenance</i>	\$2.131.107,07	Rp32.978.881.889,32
5	<i>Plant Supplies</i>	\$319.666,06	Rp4.946.832.283,40
6	<i>Royalty & Patents</i>	\$1.050.000,00	Rp16.248.750.000,00
7	<i>Utilitas</i>	\$614.278,31	Rp9.505.956.919,68
Total		\$25.402.219,05	Rp393.099.339.824,79

Tabel X.7. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	\$157.926,36	Rp2.443.910.400,00
2	<i>Laboratory</i>	\$105.284,24	Rp1.629.273.600,00
3	<i>Plant Overhead</i>	\$526.421,20	Rp8.146.368.000,00
4	<i>Packaging and Shipping</i>	\$10.500.000,00	Rp162.487.500.000,00
Total		\$11.289.631,79	Rp174.707.052.000,00

Tabel X.8. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	\$2.435.550,94	Rp37.690.150.730,66
2	<i>Property Taxes</i>	\$304.443,87	Rp4.711.268.841,33
3	<i>Insurance</i>	\$304.443,87	Rp4.711.268.841,33
Total		\$3.044.438,67	Rp47.112.688.413,32

Tabel X.9. Total *Manufacturing Cost* (MC)

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	\$25.402.219,052	Rp393.099.339.824,79
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	\$11.289.631,793	Rp174.707.052.000,00
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	\$3.044.438,670	Rp47.112.688.413,32
Total		\$39.736.289,515	Rp614.919.080.238,11

Tabel X.10. *Working Capital* (WC)

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	\$419.355,02	Rp6.489.518.940,26
2	<i>In Process Inventory</i>	\$119.208.868,54	Rp1.844.757.240.714,34
3	<i>Product Inventory</i>	\$1.806.194,98	Rp27.950.867.283,55
4	<i>Extended Credit</i>	\$4.375.000,00	Rp67.703.125.000,00
5	<i>Available Cash</i>	\$3.612.389,96	Rp55.901.734.567,10
Total		\$129.421.808,50	Rp2.002.802.486.505,25

Tabel X.11. *General Expenses*(GE)

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Administration</i>	\$81.421,65	Rp18.447.572.407,14
2	<i>Sales Expense</i>	\$1.986.814,48	Rp30.745.954.011,91
3	<i>Research</i>	\$1.390.770,13	Rp21.522.167.808,33
4	<i>Finance</i>	\$36.541.223,64	Rp565.475.435.905,23
Total		\$40.000.229,90	Rp636.191.130.132,62

Tabel X.12. Total *Production Cost*

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Manufacturing Cost</i>	\$39.736.290	Rp614.919.080.238
2	<i>General Expense</i>	\$40.000.230	Rp636.191.130.133
Total		\$79.736.519	\$1.251.110.210.371

Tabel X.13. *Fixed Cost (Fa)*

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Depresiasi</i>	\$2.396.525	Rp37.690.150.731
2	<i>Property Taxes</i>	\$299.566	Rp4.711.268.841
3	Asuransi	\$299.566	Rp4.711.268.841
Total		\$2.995.656	Rp47.112.688.413

Tabel X.14. *Variabel Cost (Va)*

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	\$19.806.505	Rp311.496.909.132
2	<i>Packaging and Shipping</i>	\$10.331.754	Rp162.487.500.000
3	<i>Utilities</i>	\$604.435	Rp9.505.956.920
4	<i>Royalty & Patent</i>	\$1.033.175	Rp16.248.750.000
Total		\$31.775.871	Rp499.739.116.052

Tabel X.15. *Regulated Cost (Ra)*

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	Gaji Karyawan	\$1.035.972	Rp16.292.736.000,00
2	<i>Payroll Overhead</i>	\$155.396	Rp2.443.910.400,00
3	<i>Plant Overhead</i>	\$517.986	Rp8.146.368.000,00
4	<i>Supervision</i>	\$103.597	Rp1.629.273.600,00
5	<i>Laboratorium</i>	\$103.597	Rp1.629.273.600,00
6	<i>General Expense</i>	\$40.452.161	Rp636.191.130.132,62
7	<i>Maintenance</i>	\$2.096.959	Rp32.978.881.889,32
8	<i>Plant Supplies</i>	\$314.544	Rp4.946.832.283,40
Total		\$44.780.213	Rp704.258.405.905

X.4. Analisis Keuangan

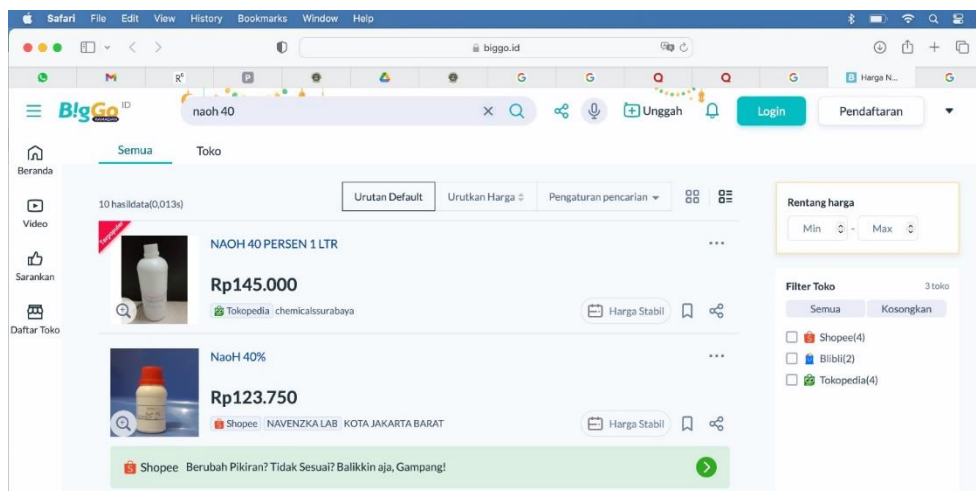
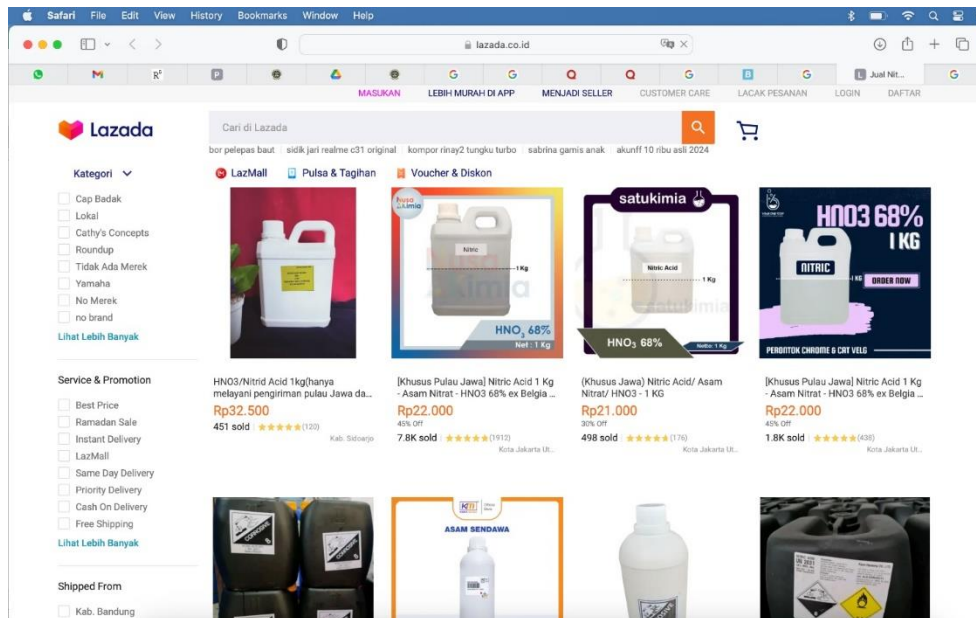
Harga beli bahan baku <i>Sodium Hydroxide</i>	= 9,17 usd/kg
Harga beli bahan baku <i>Nitric Acid</i>	= 1,39 usd/kg
Harga Jual Produk <i>Sodium Nitrate</i>	= 139 usd/kg
	= \$2.085.000.000 usd/tahun
Annual Sales (Sa)	= Rp32.265.375.000.000,00
Total Cost	= Rp13.035.155.497.778,70
Keuntungan Sebelum Pajak	= Rp19.230.219.502.221,30

Pajak Pendapatan

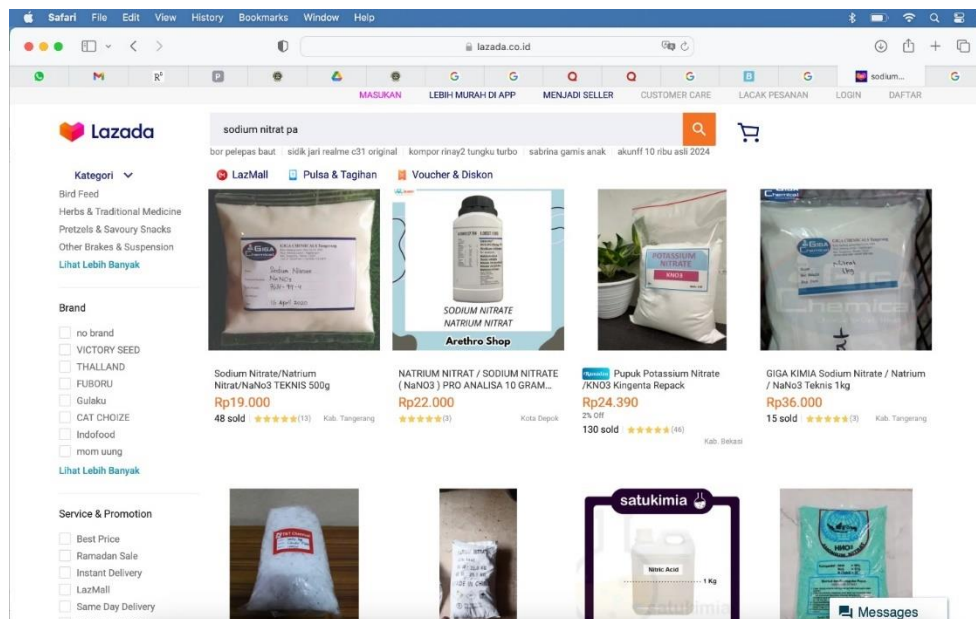
= Rp5.769.065.850.666,40

Keuntungan Setelah Pajak

= Rp13.461.153.651.554,90



Gambar X.2. Harga Sumber Bahan Baku Berdasarkan Literatur



Gambar X.3. Harga Jual Produk

X.5. Analisis Kelayakan

1. Percent Return On Investment (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

$$ROI \text{ Sebelum pajak} = 79,33 \%$$

$$ROI \text{ Setelah pajak} = 55,53 \%$$

2. Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

$$POT \text{ Sebelum pajak} = 1,15 \text{ Tahun}$$

$$POT \text{ Setelah pajak} = 1,57 \text{ Tahun}$$

3. Percent Profit On Sales (POS)

$$POS = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Total Penjualan Pajak}} \times 100\%$$

$$POS \text{ Sebelum pajak} = 23,00 \%$$

$$POS \text{ Setelah pajak} = 16,10 \%$$

4. Break Even Point (BEP)

$$BEP = \frac{Fa + 0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra}$$

$$BEP = 48,87 \%$$

5. *Shut Down Point (SDP)*

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\%$$

$$SDP = 33,42 \%$$

6. *Discounted Cash Flow Rate (DFCR)*

$$\text{Umur Pabrik} = 10 \text{ Tahun}$$

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp}471.126.884.133$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp}2.002.802.486.505$$

$$\text{Cash Flow} = \text{Rp}700.688.511.681$$

DFCR dihitung secara *trial & error*

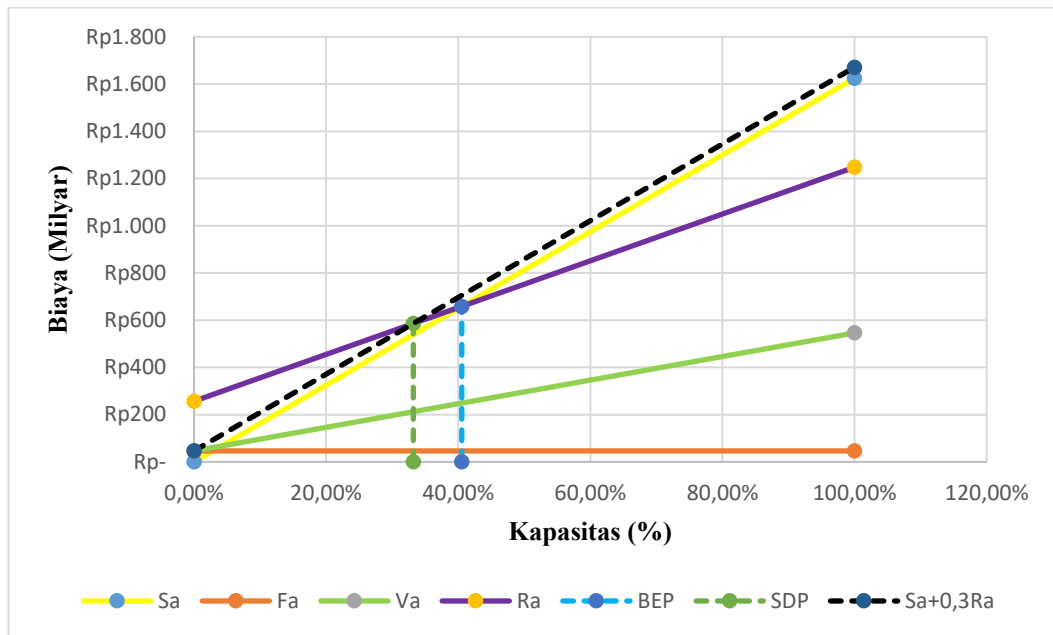
$$(FC + WC)(1 + i)^N = \sum_{n=0}^{n=N-1} (1 + i)^N + WC + SV$$

Tabel X.16. *Trial Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Nilai i	R	S	R - S
1,0000	2.523.305.108.109. 420,0000	886.521.034.121. 265,0000	1.636.784.073.988.160,0 0
0,8000	879.822.088.991.9 56,0000	386.838.677.434. 269,0000	492.983.411.557.686,00
0,7000	496.774.190.128.9 45,0000	249.811.716.730. 951,0000	246.962.473.397.994,00
0,6000	270.937.822.928.9 93,0000	159.042.518.971. 962,0000	111.895.303.957.031,00
0,5000	142.096.179.322.0 07,0000	100.029.781.393. 968,0000	42.066.397.928.039,20
0,4000	71.277.123.871.61 8,0000	62.405.937.362.5 33,0000	8.871.186.509.085,00
0,3477 2	48.715.277.502.67 3	48.715.277.502.6 73	0

Dengan *trial and error* diperoleh nilai $i = 35 \%$

Hubungan proses kapasitas dan keuntungan dijelaskan pada Gambar berikut.



Gambar X.4. Hubungan Kapasitas Produksi dan Biaya

BAB XI KESIMPULAN

XI.1. Kesimpulan

Berdasarkan tinjauan proses dari kondisi bahan baku maupun kondisi operasinya, maka pabrik Ethylenedimanimine dengan kapasitas 15.000 Ton/Tahun tergolong pabrik beresiko rendah. Berdasarkan evaluasi ekonomi pabrik ini, diperoleh data sebagai berikut.

1. *Percent Profit On Sales* (POS)

Sebelum pajak = 23,00%

Sesudah pajak = 16,10%

2. *Retrun On Investment* (ROI)

Sebelum pajak = 79,33%

Sesudah pajak = 55,53%

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia beresiko rendah minimal 11% (Aries dan Newton, 1995).

3. *Pay Out Time* (POT)

Sebelum pajak = 1,15 Tahun

Sesudah pajak = 1,57 Tahun

Syarat POT sebelum pajak maksimum untuk pabrik beresiko rendah maksimal lima tahun.

4. *Break Even Point* (BEP) tercapai pada saat kapasitas produksi sebesar 40,87%, syarat umum BEP untuk pabrik kimia adalah 40-60%

5. *Shut Down Point* (SDP) tercapai pada saat kapasitas produksi sebesar 33,42%, syarat umum SDP untuk pabrik kimia adalah 25-40%

6. *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFRR) sebesar 35%.

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *Sodium Nitrate* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun beresiko rendah dan layak dipertimbangkan untuk pendiriannya karena memiliki indikator ekonomi yang menguntungkan sehingga layak didirikan.

X.2. Saran

Pada proses perancangan pabrik kimia perlunya pemahaman konsep dasar untuk meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik di antaranya sebagai berikut:

1. Perancangan alat proses harus dipilih secara selektif untuk meminimalisir harga alat sehingga mengoptimalkan keuntungan yang dihasilkan. Selain itu faktor keamanan dari sifat fisis bahan maupun produk juga berpengaruh pada pemilihan jenis alat.
2. Perancangan pabrik harus memperhatikan limbah yang dihasilkan harapannya limbah pabrik dapat diolah lebih baik lagi dan dapat menghasilkan pabrik ramah lingkungan.
3. Mengoptimalkan energi dan peralatan pabrik baik alat utama dan penunjang sehingga dihasilkan pabrik yang efisien dengan keuntungan yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S and Newton, R.D., 1955, “*Chemical Engineering Cost Estimation*”, Mc Grow – Hill Book Company, New York.
- Badan Pusat Statistik, 2012-2022, Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Diakses pada 19 Januari 2023 dari <https://www.bps.go.id>.
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol 1 \$ 6, Pergamon *International Library*, New York.
- Couper, J.R., 2005, “*Chemical Process Equipment Selection and Design*”, Elsevier, United Kingdom.
- Etzkorn, William G, et al. 1993. *Anhydrous Diluents For The Propylene Oxidation Reaction To Acrolein and Acrolein Oxidation To Acrylic Acid*, U.S. Patent 5,198,578. United States.
- Evans, F.L., 1980, “*Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants*”, Vol.2, ed.2 , Gulf Publishing Co., United States of America.
- Faith, W.L., and Keyes, D.B., 1961, *Industrial chemical*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Fromment, F.G., and Bischoff, B.K., 1979, *Chemical Reaktor Analysis and Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Garcia, A.N. and Font, R. (2004) ‘*Thermogravimetric Kinetic Model of the Pyrolysis and Combustion of an Ethylene-vinyl Acetate Copolymer Refuse*’, *Fuel*, **83**(9), pp. 1165-1173.
- Griffin, G.J.L. (1993), *Degradable plastics*, U.S. Patent No. 5,212,219, United States.
- Holman, J., 1981, *Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.
- Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.
- Kirk-Othmer, 2001, “*Encyclopedia of Chemical Technology., 5th Edition*”, John Wiley & Sons.
- Koiranen, T. dkk. (2017). *Reactor Performance and Design Concept in Additively*

- Manufactured Milli-Scale Reactor*. Jurnal of Chemical Engineering & Process Technology.
- Kurata, M. and Tsunashima, Y. (1999) '*Viscosity-Molecular Weight Relationships and Perturbed Dimensions of Linear Chain Molecules*', in: J. Bandrup, E.H. Emmergeut and G.A. Grulke (Editors), *Polymer Handbook*. Toronto: John Wiley & Sons.Inc.
- Lokensgard, E. (2010) *Industrial Plastics : Theory and Applications*, 5th edition, New York: Thomson Delmar Learning.
- Mc.Ketta, J., 1987, "*Encyclopedia Chemical Process Design.*" New York: Marchell Dekker Inc.
- McKetta Jr, J.J., 1982, "*Encyclopedia of Chemical Processing and Design., 1st edition.*" CRC Press.
New York.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, "*Perry's Chemical Engineers Hand Book*", 6th. ed. Mc. Graw Hill Co., *International Student edition*, Kogakusha, Tokyo..
- Petter, M.S., and Timmerhauss, H.C., 1990, "*Plant Design and Economics for Chemical Engineering* ", 3rd. Ed. Mc. Graw Hill, kogakusha, TokyoSmith, J. M., 1950, "*Introduction to chemical engineering thermodynamics,*" *Journal of Chemical Education*.
- Powell, S.T., 1954, "*Water Conditioning for Industri*", Mc.Graw Hill Kogakusha *Book Company, Inc.*, Tokyo.
- Smith, J.M., and Van Ness,H.C., 1975, " *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics* ", 3 rd. Ed. Mc. Graw Hill, kogakusha, Tokyo.
- Sulistiawati, H. (1999) *Deguming Minyak Kacang Tanah*, Thesis, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Ulrich, G.G., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Willey and Sons, New York
- www.alibaba.com
- www.matche.com
- Xinzhi Chen, Shaodong Zhou, Haijiang Zhang and Chao Qian., 2013, "*Departement of Chemical Engineering, Zhejiang University*" P.R China.
- Yaws, C. L., 1999, "*Chemical Properties Handbook*", McGraw Hill Company, Inc., New York.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A REAKTOR-01

Jenis : Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB)
Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara *sodium hydroxide* dan *nitric acid* menjadi *Sodium Nitrate* (NaNO_3)

Kondisi Operasi :

Suhu : 60 oC

Tekanan : 1 atm

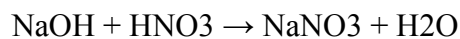
Konversi : 95%

Alasan :

- Reaksi berlangsung pada fase cair-cair
- Proses bersifat kontinyu
- Reaksi eksotermis
- Adanya pengaduk sehingga campuran menjadi homogeny

A. Tinjauan Kinetika

Tinjauan secara kinetika dapat dilihat dari konstanta kecepatan reaksinya sebagai berikut :



reaksi diatas merupakan reaksi orde 2 dengan persamaan kecepatan reaksi :

$$-r_A = k C_A C_B$$

(Levenspil,

dengan :

C_A = konsentrasi NaOH (mol/L)

C_B = konsentrasi HNO₃ (mol/L)

Dari literatur diperoleh data-data sebagai berikut :

$$k = 1,3 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{mol.s}$$

$$= 361,111 \text{ m}^3 / \text{Kmol.Jam}$$

(Koiranen, 2017)

B. Menentukan C_{b0} , C_{a0} dan *Resident Time*

Untuk menghitung nilai C_{a0} , C_{b0} , dan *Resident Time* diperlukan data laju alir bahan baku. Laju alir bahan baku dan produk disajikan dalam tabel B.1 berikut :

Tabel 1 Data laju alir untuk masing-masing bahan baku

Komponen	Mr	Fm	Fw	Fraksi mol	rho	Fv
	Kg/Kmol	Kmol/jam	Kg/jam			m ³ /jam
NaOH	40,010	23,2198	929,0248	0,1828	1896,1786	0,4899
H2O	18,020	149,3333	2690,9859	0,5294	994,8173	2,7050
HNO3	63,010	23,2198	1463,0805	0,2878	1448,9534	1,0097
NaNO3	85,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total		195,7729	5083,0912	1,0000	4339,9493	4,2047

$$F_v = 4,2047 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

$$C_{a0} = 5,5223 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_{b0} = 5,5223 \text{ kmol/m}^3$$

$$\rho \text{ campuran} = 4339,9493 \text{ kg/m}^3$$

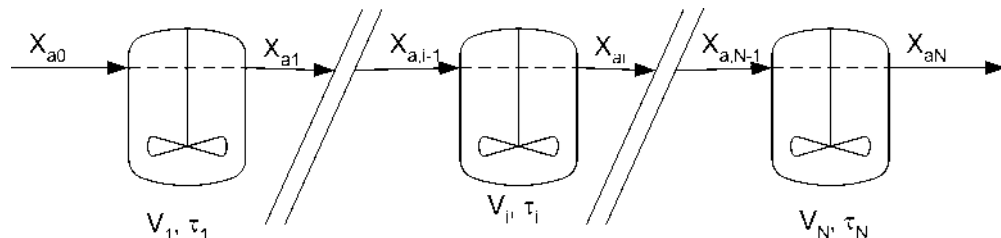
$$\tau = 0,0650 \text{ Jam}$$

C. Optimasi Jumlah Reaktor

Dirancang : besarnya volume reaktor dan waktu tinggal

$$\text{sama } V_1 = V_2 = V_i = V_N = V$$

$$t_1 = t_2 = t_i = t_N = t$$



Sehingga untuk N buah reaktor untuk orde 2:

$$\tau = \frac{X_{a1}}{kC_{a0}(1 - X_{a1})(M - X_{a1})} = \frac{X_{a2} - X_{a1}}{kC_{a0}(1 - X_{a2})(M - X_{a2})} = \dots = \frac{X_{a,N} - X_{a,N-1}}{kC_{a0}(1 - X_{a,N})(M - X_{a,N})}$$

Algoritma perhitungan optimasi jumlah reaktor:

1. Menentukan jumlah reaktor (N) buah
2. Trial konversi (X_{a1} sampai $X_{a,N-1}$)
3. Menghitung t_1 sampai t_N
4. Jika $t_1 \sim t_2 \sim \dots \sim t_N$ maka perhitungan sudah benar, jika tidak maka ulangi perhitungan dari no.2
5. Hitung volume tiap reaktor
6. Hitung volume total reaktor
7. Hitung harga relatif reaktor

Harga relatif reaktor diambil sebagai dasar optimasi yang dihitung dengan

six-tenth rules

D. Penentuan Harga Relatif Reaktor

Jika untuk 1 buah reaktor yang mempunyai volume V_1 harganya C_1 maka untuk N buah reaktor :

$$C_n = N C_1 \left(\frac{V_{n,i}}{V}\right)^{0,6} \quad C_{n, \text{relatif}} = \frac{C_n}{C_1} = N \left(\frac{V_{n,i}}{V}\right)^{0,6}$$

Hasil perhitungan optimasi jumlah reaktor disajikan dalam tabel berikut ini:

1. Optimasi satu reaktor

Tabel 2 Optimasi satu reaktor

Reaktor ke-	$X_a, N-1$	X_a, N	t (Jam)	eror t	V_r (L)	V_r (m ³)
1 N	0	0,950	0,0650	0,0000	273,1259	0,2731
Total t, rata-rata	= 0,06	Jam	0,0650 Jam	0,0000		

$$V_i (t.Fv) = 0,27 \quad \text{m}^3$$

$$V (N.V_i) = 0,27 \quad \text{m}^3$$

$$C \text{ relative} = 1,00$$

2. Optimasi dua reaktor

Tabel 3 Optimasi dua reaktor

Reaktor ke-	$X_a, N-1$	X_a, N	t (jam)	eror t	V_r (L)	V_r (m ³)
N	= 2,00				160,4605	0,1605
1	0	0,39	0,0382	0,000		
Total t, rata-rata	= 0,04	Jam	0,0382	0,000		
2	0,3919	0,95	0,0382	0,000		
Total $V_i (t.Fv)$	= 0,16	m ³	0,0763	0,000		

$$V (N.V_i) = 0,32 \quad \text{m}^3$$

$$C \text{ relative} = 1,45$$

3. Optimasi tiga reaktor

Tabel 4 Optimasi dua reaktor

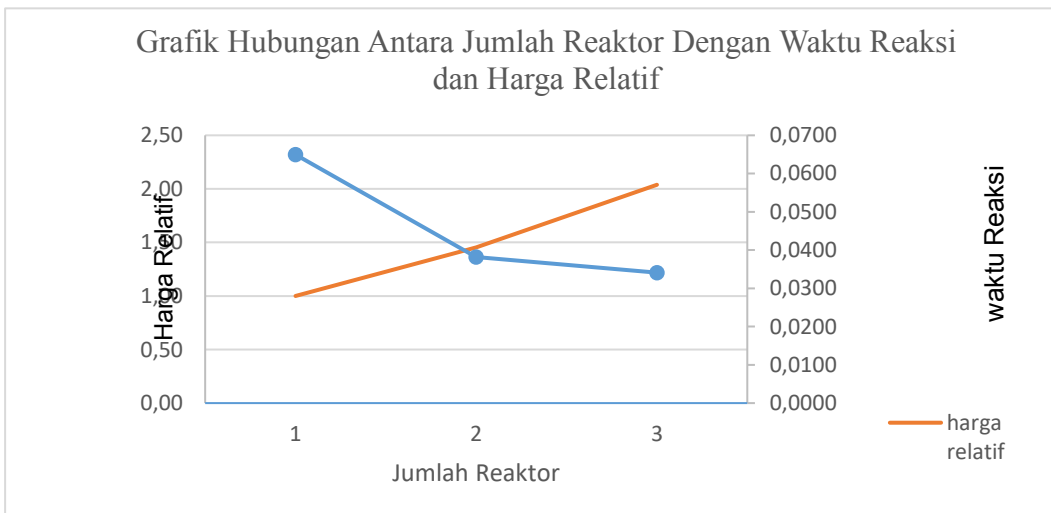
Reaktor ke-	$X_a, N-1$	X_a, N	t (jam)	eror t	V_r (L)	V_r (m ³)
1	0	0,39	0,0314	0,0000		

$2 N$	$= 0,39$	$3,00$	$0,45$	$0,0314$	$0,0000$	$143,4039$	$0,1434$
$3 t, \text{rata-rata}$	$= 0,45$	$0,03$	$0,95$	$0,0314$	$0,0000$		
$V_{\text{total}} (N \cdot Fv)$	$= 0,14$	m^3	$0,1023$	$0,0000$			
$V (N \cdot Vi)$	$= 0,43$	m^3					
$C \text{ relative}$	$= 2,04$						

Untuk memudahkan pengamatan efek jumlah reaktor terhadap waktu reaksi dan harga relatif reaktor, hasil optimasi tersebut diatas disajikan dalam tabel dan grafik berikut:

Tabel 5 Optimasi Reaktor

Jumlah Reaktor	Waktu (Jam)	Harga Relatif
1	0,0650	1,00
2	0,0382	1,45
3	0,0341	2,04



Grafik 1 Hubungan Antara Jumlah Reaktor Dengan Waktu Reaksi dan Harga Relatif

Dari data-data yang ditampilkan dalam tabel dan grafik terlihat bahwa harga RATB akan paling murah jika menggunakan 1 reaktor. Namun optimasi diatas tidak memperhitungkan kebutuhan *space* dan perlengkapan lain di reaktor, seperti kebutuhan pompa, kebutuhan pengaduk dan lain-lain. Kebutuhan seperti yang disebut diatas akan semakin besar dengan semakin banyaknya jumlah reaktor. Oleh karena itu, jumlah reaktor yang dipakai 1 mengingat karena harga reaktor dengan harga perawatan reaktor lebih tinggi penggunaan jika menggunakan 2 reaktor atau lebih, walaupun reaktor 2 dan 3 memiliki waktu tinggal yang lebih kecil dibandingkan reaktor 1.. Sehingga susunan reaktor yang

dipilih:

Volume reaktor = 0,2731 m³

Waktu tinggal reaktor = 0,0650 jam

Konversi = 95 %

E. Neraca Massa Reaktor

Tabel 6 Neraca massa reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaOH	929,0248	0,0000	46,4512
H ₂ O	1393,5372	1297,4487	3088,4859
HNO ₃	0,0000	1463,0805	73,1540
NaNO ₃	0,0000	0,0000	1875,0000
Subtotal	2322,5619	2760,5292	5083,0912
Total	5083,0912		5083,0912

F. Perhitungan Volume dan Ukuran Reaktor

1. Volume Reaktor

Over design = 20% Volume reaktor = 0,319 m³

Volume reaktor = 327,7510 Liter

karena reaktor di bawah volume reaktor setandar maka di hitung secara

manual :

di rancang tinggi = diameter agar pengadukan sempurna

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H = \frac{\pi}{4} D^3$$

D = 0,5931 m

H = 1,1864 m

2. Tebal Dinding Reaktor

Dipilih = Stainless steel SA 167 tipe 316

Spesifikasi = *Max Allowwabel Stress* = 18,750 psia Efisiensi

Sambungan = 0,85

Corrosion Allowance = 0,13 inch

3. Tekanan Perancangan

Pd = 1,2 x P operasi = 1,49 atm

= 151,9875 Kpa

Pg = 50,663 Kpa

4. Tebal Shell

$$t_s = \frac{P_d r_i}{fE - 0.6P_d} + C$$

Diketahui :

$$R_i = D/2$$

$$R_i = 0,2966 \text{ m}$$

$$= 11,6775 \text{ inch}$$

Diperoleh :

$$\text{Tebal Shell} = 0,1360 \text{ inch}$$

Dipilih ukuran standart

$$\text{Tebal Shell} = 0,1875 \text{ (dipilih diameter yang mendekati)}$$

(Brownell and Young, Table 5.6)

5. Menentukan Head dan Bottom Reactor

$$ID = Dt = 0,5932 \text{ m}$$

$$= 23,3550 \text{ inch}$$

Spesifikasi :

$$r = 23,3550$$

$$icr = 1,4013 \text{ inch}$$

$$t_h = \frac{0.885P_d r}{fE - 0.1P_d} + C$$

$$\text{Tebal Head} = 0,1479 \text{ inch}$$

$$= 0,0038 \text{ m}$$

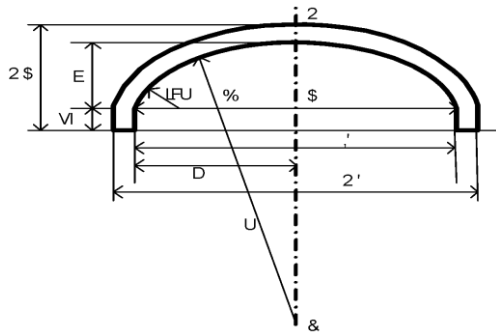
Dipilih ukuran standart

$$\text{Tebal Shell} = 0,1875 \text{ (dipilih diameter yang mendekati)}$$

$$\text{Dipilih tebal head standart } 3/16 \text{ inch} = 0,1875 \text{ m}$$

$$\text{Diambil Sf} = 1,75 \text{ in} = 0,0444 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = r + sf = 5,8 \text{ inch} = 0,1486 \text{ m}$$



6. Menghitung Volume Head

Volume dari sebuah Thorispherical Dished Head dengan icr 1,875 inch

$$V_{\text{head}} = 0.000049ID^3 + \frac{\pi}{4} \left(\frac{ID}{12} \right)^2 \left(\frac{sf}{12} \right)$$

$$V_{\text{head}} = 1872,9807 \text{ inch} \\ = 0,0299 \text{ m}^3$$

7. Menghitung Tinggi Larutan Shell

$$\begin{aligned} \text{Volume larutan dalam tangki (VL)} &= 0,2731 \text{ m}^3 \\ \text{Volume larutan dalam shell (V Ls)} &= VL - V_{\text{head}} \\ V Ls &= 0,2431 \text{ m}^3 \\ \text{Luas penampang tangki (A)} &= \pi/4 * ID^2 \\ &= 0,2762 \text{ m}^2 \\ \text{Tinggi larutan dalam shell (H Ls)} &= VLs / A \\ &= 0,8802 \text{ m} \end{aligned}$$

8. Menentukan Kecepatan Putar dan Pengaduk

Jenis : Flat Blades Turbine and 4 Baffles

Pemilihan jenis pengaduk berdasarkan :

Spesifikasi :

$$\begin{aligned} \text{Diameter pengaduk} &= 0,1977 \text{ m} \\ \text{Posisi sudut propeller} &= 0,1977 \text{ m} \\ \text{Ketinggian pengaduk} &= 0,2571 \text{ m} \\ \text{Ketinggian cairan} &= 0,7712 \text{ m} \\ \text{Lebar baffle} &= 0,0336 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 0,0493 \text{ m} \\ \text{Kedalaman baffle} &= 0,0493 \text{ m} \end{aligned}$$

a) Putaran Pengaduk

$$WELH = (\rho \text{ larutan}) / (\rho \text{ air}) \times Dt$$

$$N = \sqrt{(WELH / (2 \cdot Da)) \times (600 / (\pi \cdot Da))}$$

Keterangan :

WELH = *water equivalent liquid height*

N = kecepatan pengadukan

b) Power Motor Pengaduk

Sifat fisis cairan dalam reaktor :

$$\rho = 1208,9068 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,0013 \text{ kg/m.s}$$

Bilangan Reynold

$$Re = \text{Reynolds number} = \frac{D^2 N \rho}{\mu},$$
$$= 808044,2746$$

Power Number

$$N_p = \text{power number} = \frac{P}{D^5 N^3 \rho}$$

Berdasarkan Figure 10.58 (Coulson, 2005) maka nilai N_p adalah : 4

c) Tenaga Pengadukan

$$P = N_p \rho N^3 D_a^5$$

(Coulson, 2005 p.373)

$$P = 14913,4136 \text{ Watt}$$

$$= 14,9134 \text{ kWatt}$$

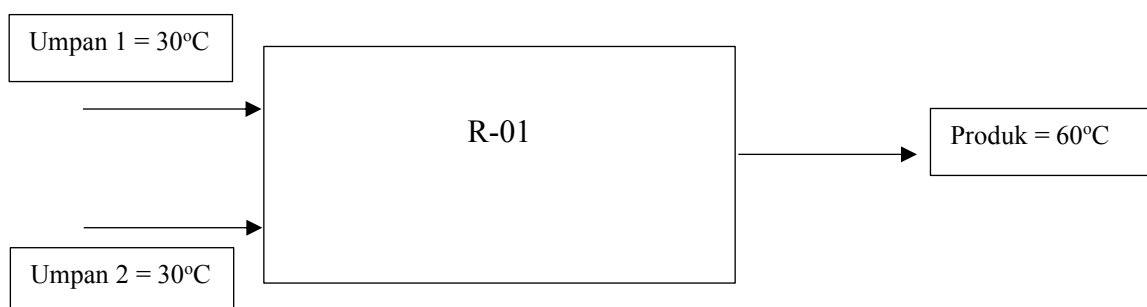
$$= 19,9992 \text{ HP}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 85 \%$$

$$\text{Power motor} = 23,5285 \text{ HP}$$

$$\text{Dipilih motor dengan daya standar} = 24 \text{ HP}$$

G. Neraca Panas Reaksi di R-01



Suhu referensi = 25°C = 298,15 K

Suhu operasi = 60°C = 333,15 K

Komponen	ΔH_f^0 (kJ/mol)	ΔH_f^0 (J/mol)	Cp (J/kmol.K) 60	Cp (J/kmol.K) 25
NaOH	-425,60	-425600	3047,475009	- 3047,475009
H2O	-241,80	-241800	2634,166376	- 2634,166376
HNO3	-135,10	-135100	3918,442459	- 3918,442459
NaNO3	-446,68	-446680	0	0

1) Panas untuk penurunan suhu 25°C

Komponen	FM1	FM2	Cp	[FM.Cp]1	[FM.Cp]2
	kmol/jam	kmol/jam	J/kmol.K	J/jam.K	J/jam.K
NaOH	23,2198		-3047,4750	-70761,8036	
H2O	77,3328	72,0004	-2634,1663	- 203707,4755	- 189661,2568
HNO3		23,2198	-3918,4424		-90985,5060
NaNO3					
TOTAL	100,5526	95,2202	-9600,0838	- 274469,2791	- 280646,7629

Total Qc = -555116,042 J/jam

= -133,8273 kkal/jam

2) Panas reaksi standar

Panas reaksi standar = -127780,0000 J/mol

Jumlah reaksi yang bereaksi = 22058,82352 mol/jam

Panas reaksi (ΔH_r°) = -2818676471 J/jam

= -679526,6323 kkal/jam

3) Panas untuk kenaikan 60 °C

Komponen	Cp	Fm	Fm.Cp
	J/kmol.K	kmol/jam	J/jam.K
NaOH	3047,475009	1,160990712	3538,090181
H2O	2634,166376	171,3921139	451475,3436
HNO3	3918,442459	1,160990712	4549,275301

NaNO ₃	0	22,05882353	0
TOTAL	9600,083844	195,7729189	459562,7091

$$\begin{aligned} \text{Total } Q_h &= 459562,7091 \text{ J/jam} \\ &= 110,7914 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

4) Panas reaksi total

$$\begin{aligned} (\Delta H_r^\circ) &= Q_c + \Delta H_r^\circ + Q_h \\ &= -2818772023,9211 \text{ j/jam} \\ &= -539333,6944 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

5) Neraca panas total

Komponen	Masuk	Keluar
	kkal/jam	kkal/jam
Umpan	133,8274	
Panas reaksi	679526,6323	
Produk		110,7914
Q pendingin		679549,6683
	679660,4597	679660,4597

H. Perancangan Koil Pendingin

a. Menghitung beban panas pendingin

1. Beban panas pendingin $Q = (-DHR)A$

$$Q_H = 104698,5426 \text{ kkal/jam} = -83095.4004 \text{ Btu/jam}$$

2. Light pendingin

Dipilih = hasil refrigerasi pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm

$$T_{c1} = \text{Suhu air masuk pendingin} = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 86 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_{c2} = \text{Suhu air keluar pendingin} = 58 \text{ }^\circ\text{C} = 136 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_{cav} = \text{Suhu rata rata} = 44 \text{ }^\circ\text{C} = 317,15 \text{ K} = 95 \text{ }^\circ\text{F}$$

Sifat fisis air pada suhu rata rata ;

$$\begin{aligned} \text{Berat molekul} &= 18 \text{ kg/kmol} \\ \text{Konduktivitas panas (kc)} &= 0,6298 \text{ W/m.K} \\ &= 0,3639 \text{ Btu/jam.ft}^2(\text{ }^\circ\text{F/ft}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Densitas } (\rho_c) &= 1408,843 \text{ kg/m}^3 \\ &= 87,9512 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas panas (Cpc)} &= 75,2124 \text{ kJ/kmol.K} \\ &= 4,1785 \text{ kj/kg.K} \\ &= 1.7996 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Viskositas } (\mu c) &= 0,6147 \text{ cP} \\ &= 1,4871 \text{ lb/ft.jam}\end{aligned}$$

Beda suhu logaritmik (ΔT_{lm})

$$\Delta T_{lm} = \frac{(T_R - T_{c1}) - (T_R - T_{c2})}{\ln \left(\frac{T_R - T_{c1}}{T_R - T_{c2}} \right)} = 10,340 \text{ } ^\circ\text{C} = 50,611 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Dari tabel 8 hal 840 kern, dapat diketahui fluida panas ini merupakan light organic, sedangkan fluida dingin adalah air. Dalam sistem *Cooler* maka nilai UD = 75 – 150, diambil UD = 150 Btu/j.ft². °F

a. Menghitung luas permukaan pans yang dibutuhkan (A_j)

$$A_j = \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LMTD}}$$

Dengan :

$$Q \text{ (beban panas pendingin)} = 2696668,472 \text{ Btu/jam}$$

$$UD = 150 \text{ Btu/j.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_{lm} = 50,611 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Sehingga diperoleh :

$$A_j = 355,2138 \text{ ft}^2 = 32,9994 \text{ m}^2$$

b. Menghitung luas penampang *shell* dan *bottom* tangki (A_t, a_b, A_r) Diketahui :

$$D = 0,5932 \text{ m}$$

$$L_s = 0,9695 \text{ m}$$

$$t_s = 0,0048 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}A_t &= \pi \times (D + 2 \times t_s) \times L \\ &= 1,8350 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_b &= (2 \times (1,22 \times \pi/4 \times (D + 2 \times t_s)))^2 \\ &= 0,6664 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$A_r = A_t + A_b$$

$$= 2,5014 \text{ m}^2$$

Karena A_j (Luas Permukaan Panas) $32,9982 \text{ m}^2 > A_r$ (Luas Penampang *shell*) $2,5014 \text{ m}^2$, maka dipilih pendingin reaktor menggunakan koil pendingin. Nilai koefisien perpindahan panas RATB dengan *baffle* dan didinginkan dengan koil dipakai persamaan 20.4 kern,

Halaman 722.

$$\frac{hcDi}{k} = 0,87 \left(\frac{L^2 N p}{\mu} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{c\mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

(20.4)

hC	= Koefisien transfer panas cairan, Btu/jam.ft ² . °F =	
Dt	= Diameter reaktor	= 0,6487 m
k	= Konduktivitas panas	= 0.3639 Btu/jam.ft ² (°F/ft)
Cp	= Kapasitas panas larutan	= 1,7996 Btu/lb.°C
L	= Diameter putaran pengaduk	= 0,6487 m
N	= kecepatan pengadukan	= 1301,2780 rpm
ρ	= densitas campuran	= 78076,6804 lb/ft ³
μ	= viskositas campuran	= 0,0013 lb/ft.jam
hc	= 183870847,5335Btu/jam.ft ² . °F	

c. Menghitung kebutuhan air pendingin

Sebagai pendingin digunakan air dengan suhu masuk (T1) = 30 °C (86 °F) dan suhu keluar (T2) = 58 °C (136 °F)

Tf = (T1+T2)/2	= 28 °C
Densitas	= 24269,6310 lb/ft ³
Viskositas	= 1,000 lb/ft.jam
Cp	= 1.7996 Btu/lb.°C
k	= 0,3639 Btu/jam.ft ² (°F/ft)
Wt q/Cp(T2-T1)	= 29731,7886 lb/jam
Debit air	= 13486,10 kg/jam

d. Menghitung luas penampang aliran

Harga kecepatan untuk cairan dalam pipa = 1,5 – 2,5 m/s (*Coulson*, 1987 p.527) maka diambil kecepatan pendingin = 2,2 m/s = 7920 m/jam

$$A = \frac{Qv}{v}$$

$$= 0.0005 \text{ m}^2 = 0.0056 \text{ ft}^2$$

$$ID = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$= 1.0099 \text{ in} = 0.0841 \text{ ft}$$

Dipakai standar 1,25 in dari tabel kern hal 844, sehingga didapat :

$$OD = 1.66 \text{ in} = 0.1383 \text{ ft}$$

$$ID = 1.280 \text{ in} = 0.1066 \text{ ft}$$

e. Mengitung *mass velocity* (V)

$$Gt \text{ Wt/A} = 1239247.7806 \text{ lb/ft}^2 \text{ jam}$$

$$V \text{ Gt/densitas} = 13959.0584 \text{ ft/jam} = 1.1819 \text{ m/s} = 3.8764 \text{ ft/s}$$

f. Menghitung HI dan HIO

Re dalam pipa, $ret = (ID \times Gt) / \text{viskositas} =$

Untuk $T=95 \text{ }^\circ\text{F}$ diperoleh hi (heat transfer coefficient) = $\text{Btu/jam.ft}^2.\text{ }^\circ\text{F}$ dari figure 25, kern

$$Hi = 1000 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{ }^\circ\text{F}$$

$$Hio = 3073,309975 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{ }^\circ\text{F}$$

g. Menghitung Uc dan Ud

$$1) \text{ Clean Overall Coefficient } Uc = (ho \cdot hio) / (ho + hio)$$

$$= 6146.61995 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{ }^\circ\text{F}$$

2) Rd

Untuk $Tf < 240 \text{ }^\circ\text{F}$, $Tc < 125 \text{ }^\circ\text{F}$, $vc < 3 \text{ ft/sec}$, dan air pendingin yang digunakan berasal dari *Cooling Tower* yang tidak di treatment kembali maka $Rd, \text{min} = 0.003$ (Tabel 12, Kern, 1965 : hal 845)

Syarat : $Rd > Rd, \text{min}$

Dari tabel 8 kern diambil harga $Ud = 125 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{ }^\circ\text{F}$

$$Rd = (Uc - Ud) / (Uc + Ud)$$

$$= 0.0078$$

i. Menghitung Panjang koil

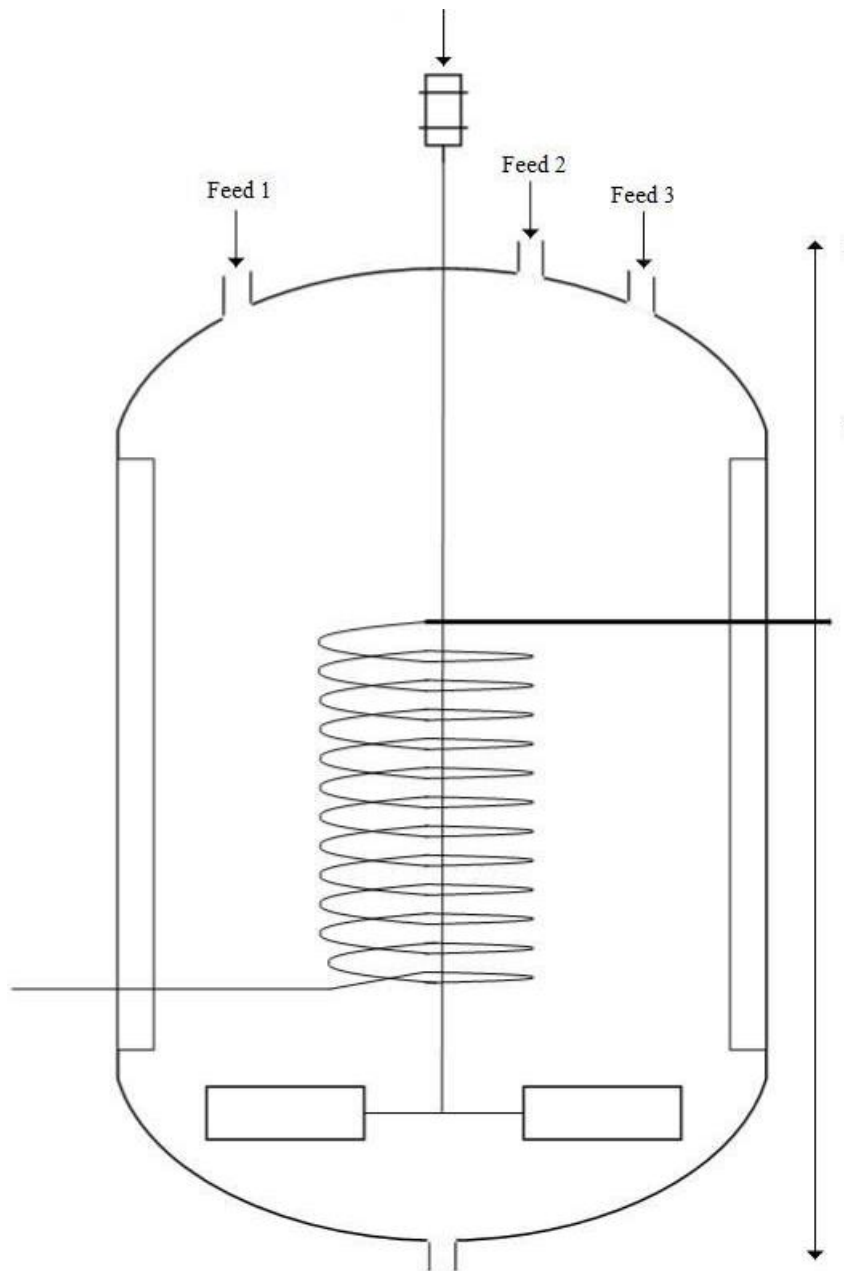
$$L = Aj \text{ total} / A$$

$$= 48.1347 \text{ m}$$

j. Menentukan jumlah lekungan ko

Diameter G= Helix DC 0,8 ID reaktor	= 42.2201 in
AB=DC	= 42.2201 in
Jarak antar gulungan koil y ¹ / ₂ OD koil	= 0.8297 in = 0.0691 ft
BC = y	= 0.8297 in = 0.0691 ft
AC = ((AB ²)+(BC ²)) ^{1/2}	= 3.5176 ft = 1.0722 m
Keliling lingkaran koil	= 27.2220 ft = 8.2973 m
Jumlah lengkungan koil	= luas/keliling
	= 5
Tinggi tumpukan koil	= y x N
	= 0.8300 ft
Tinggi cairan	= 5,7406 m
Tinggi cairan + coil	= 5,8855 m

DESAIN REAKTOR



LAMPIRAN B
CRYSTALLIZER

Jenis : *Swenson Walker Crystallizer*
 Fungsi : Mengkristalkan larutan NaNO₃
 Kondisi Operasi : Untuk membangkitkan kondisi super jenuh Larutan sehingga terjadi proses kristalisasi dapat dilakukan beberapa metode, dan dalam alat kristalisasi ini menggunakan metode pendinginan.
 T : 50 °C
 P : 1 atm

Maka kristal yang terbentuk dirumuskan :

$$C=R \cdot ((100 \cdot A_o) - X(S_o - \Delta S)) / (100 - X(R-1))$$

Dimana

C = berat kristal yang terbentuk

R = perbandingan BM NaNO₃ kristal dengan BM NaNO₃ tidak

kristal = 1

X = kelarutan NaNO₃ dalam kristalizer = 0,912 kg/kg H₂O

A_o = berat NaNO₃ dalam larutan = 1857,0000 kg/jam

S_o = Berat NaOH + H₂O + NaNO₃ = 61,7697 kg/jam

Maka C = 1874,4367 kg/jam

Kristal yang tidak terbentuk = 0,5633 kg/jam

Kristal NaNO₃ yang terbentuk dalam H₂O pada suhu 25 °C

A. Neraca Massa Crystallizer

Tabel 7. Neraca Crystallizer

Komponen	INPUT	OUTPUT
	Arus 5	Arus 6
NaOH	46,4512	46,4512

H ₂ O	61,7697	61,7697
HNO ₃	0,0000	0,0000
NaNO ₃	1875,0000	1875,0000
TOTAL	1983,2210	1983,2210

Asumsi : kristal NaNO₃ berbentuk bola

$$\text{Dirancang } V = \pi/6 \times D_p^3$$

$$A = \pi \times D_p^2$$

Dimana :

A = Luas permukaan kristal

V = Volume kristal

D_p = Diameter partikel

Karakteristik suatu kristal dapat dinyatakan sebagai berikut :

Luas permukaan : $A_c = k_a \times L^2$

Volume kristal : $V_c = k_v \times L^3$

Dimana :

k_a = faktor bentuk luas

k_v = faktor bentuk volume

L = karakteristik dimensi

Sehingga :

$$L = D_p$$

$$k_a = \pi = 3,14$$

$$k_v = \pi/6 = 0,5238$$

Pemilihan *Crystallizer*

Dipilih *Crystallizer* yang digunakan jenis “*swenson walker Crystallizer*”.

Menurut badger and bahero, hal 524 diperoleh spesifikasi sebagai berikut :

Panjang max L = 40 ft

Kec. Pengaduk = 7 rpm

Bentuk = semi silinder

Laju alir fluida = 1983,2210 kg/jam

Waktu tinggal = 2 jam
 Densitas = 2157,1174 kg/jam

Volum fluida dalam vessel :

$$V = (Wh / \rho h) * t$$

$$= 1,8387 \text{ m}^3$$

Dirancang : over design = 20%

Sehingga kapasitas : $Q = 2,2065 \text{ m}^3$

Crystal size distribution

Diketahui :

Slurry density = 965,6261 kg/m³

Crystal density = 2257,0000 kg/m³

Ukuran partikel rata-rata

Untuk jenis kristalisator ini menghasilkan kristal dengan ukuran rata rata 40-100 mesh.

Diinginkan ukuran NaNO₃ 60 mesh dan 80 mesh.

Diambil dari data Perry's tabel 18.6

variabel	kisaran	design
G, m/s . 10 ³	0,4 - 4,2	0,9
t, jam	2,5 - 6,8	3,38

Growth rate = 0.4 - 4.2 m/s.10⁸dipilih *Growth rate* :

t, time = 2.0-6.0 jam

dipilih t = 2 jam

L, untuk 60 *mesh* = 0.177 mm

Menghitung Nucleation rate

Densitas populasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

n	$= \frac{M_T}{\rho_c f_v L^3}$
-----	--------------------------------

$N(60 \text{ mesh}) = 77,1538 \text{ partikel/L slurry mm}$

$\ln(n) = 4,3458 \text{ partikel/L slurry mm}$

$$n = n^{\circ} \exp\left(-\frac{L}{G t}\right)$$

Maka didapat densitas populasi :

$n^{\circ} = 54,3458 / \exp(2.7315)$

$= 66,7324$

$$B = n_0 G$$

Maka nilai *nucleation rate*

$B = 2,1621 \text{ jumlah nuklei/volum waktu}$

Perancangan dimensi vessel

Panjang *walker - swenson Crystallizer* dibatasi maksimal hanya 40 ft. Dirancang

Panjang (H) = 20 ft = 6,096 m

Sehingga luas tampang $A = Q/H = 2.2720 \text{ m}^2$

Dirancang $x = D/2$

Sehingga :

$$\begin{aligned} A &= \pi/4 * D^2 + x * D \\ &= (\pi/4 + 1/2) * D^2 \end{aligned}$$

Diameter through :

$$D = (A / (\pi/4 + 1/2))^{1/2}$$

$$D = 0,2401 \text{ m}$$

$$X = 0,1200 \text{ m}$$

Menghitung power pengaduk

$$HP = C.L.W.F/3300$$

Dimana :

$P = \text{power penggerak}$

C = kapasitas, ft³/menit

H = tinggi, ft

W = densitas larutan atau bahan, lb/ ft³

F = konstanta, dari tabel 16.6 badger and bahero diperoleh : = 2,2

Massa total masuk *Crystallizer* = 1983,2210 kg/jam

Densitas bahan/larutan = 2157,1174 kg/m³

= 163,6358 lb/ft³

Kapasitas *Crystallizer* = massa total/densitas

= 0,9194 m³/jam

= 0,5411 ft³/jam

Tinggi *Crystallizer*, H = 20 ft

Maka P = 0,1181 Hp

Diambil efisiensi *motor* = 0,13

Power motor = 0,9082 Hp

Diambil P = 1 Hp

Neraca panas *Crytallizer*

Tabel 8. Perhitungan panas reaksi standar

Komponen	ΔH_f^0 (kJ/mol)	ΔH_f^0 (J/mol)
NaOH	-425,60	-425600
H ₂ O	-241,80	-241800
NaNO ₃	-446,68	-446680
Total	-1114,08	-1114080

Tabel 9. Panas 50°C ke 25°C

Komponen	Cp	Fm	Cp.Fm
	J/Mol.K	Mol/Jam	J/Jam.K
NaOH	-2177,1557	1160,9907	-2527657,5001
H ₂ O	-2268,0000	3427,8423	-7774346,2875
NaNO ₃	0,0000	22058,8235	0,0000
Total	-4445,1557	26647,6565	-10302003,7875

Qc = -10302003,79 J/jam

$$= -2462,2380 \text{ kkal/jam}$$

$$= -10302,00379 \text{ kj/jam}$$

Tabel 10. Panas 25°C ke 25°

Komponen	Cp	Fm	Cp.Fm
	J/Mol.K	Mol/Jam	J/Jam.K
NaOH	0,0000	1160,9907	0,0000
H2O	0,0000	19439,8800	0,0000
NaNO3	0,0000	160596,9255	0,0000
Total		181197,7962	0,0000

$$Q_h = 0,0000 \text{ J/jam}$$

$$= 0,0000 \text{ kkal/Jam}$$

Panas reaksi total

$$(\Delta H_r)_A = Q_c + Q_h = -2462,2389 \text{ kkal/jam}$$

Panas kristalisasi

$$Q_{\text{crystalization}} = 1160,9907 \text{ Kj}$$

$$= 277,4834 \text{ kkal/jam}$$

$$Q_{\text{serap}} = 11462,9945 \text{ kj/jam}$$

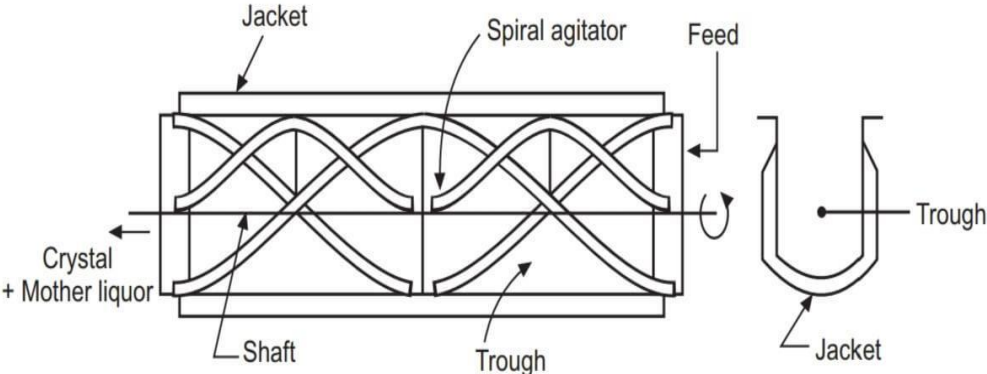
$$= 2739,7214 \text{ kkal/jam}$$

$$\text{Kebutuhan air pendingin} = 458,5198 \text{ kg/jam}$$

Tabel 11. Neraca Panas Total

Komponen	Masuk		Keluar	
	kkal/jam	kJ/jam	kkal/jam	kJ/jam
Umpan	2462,2380	10302,0038		
Produk			0,0000	0,0000
Qkristalisasi	277,4834	1160,9907		
Qserap			2739,7214	11462,9945
Total	2739,7214	11462,9945	2739,7214	11462,9945

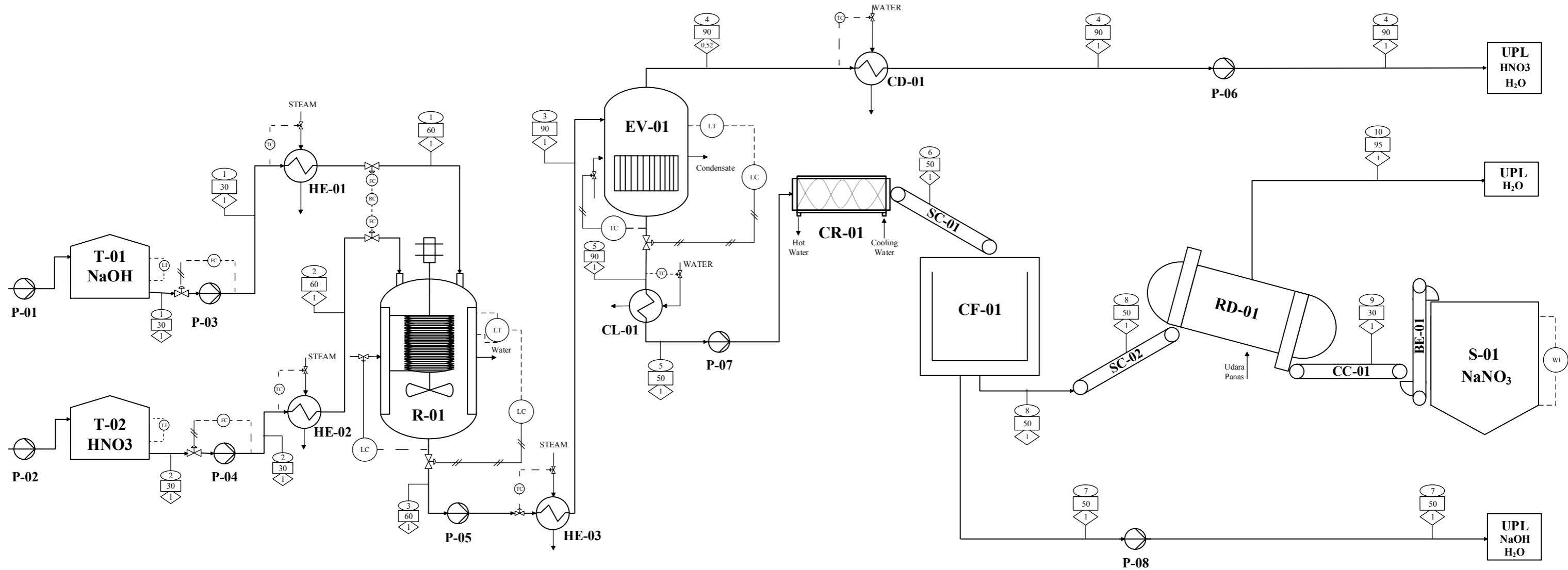
DESAIN CRYSTALLIZER



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM NITRATE DARI SODIUM HYDROXIDE DAN NITRIC ACID

KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (kg/Jam)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NaOH	929,0247	-	46,4512	-	46,4512	46,4512	27,5175	18,9337	-	18,9337
H ₂ O	1393,5372	1297,4487	3088,4859	3026,7162	61,7697	61,7697	42,8360	18,9337	18,5550	0,3786
HNO ₃	-	1463,0805	73,1540	73,1540	-	-	-	-	-	-
NaNO ₃	-	-	1875,0000	-	1875,0000	1875,0000	0,5633	1874,4366	-	1874,4366
Total	2322,5619	2760,5292	5083,0912	3099,8702	1983,2210	1983,2210	70,9168	1912,3041	18,5550	1893,7490

Alat	Keterangan	Simbol	Keterangan
T	Tangki	(LI)	Level Indicator
S	Silo	(WI)	Weight Indicator
P	Pompa	(LC)	Level Control
HE	Heat Exchanger	(RC)	Ratio Control
CL	Cooler	(LT)	Level Temperature
CD	Condenser	(TC)	Temperature Control
R	Reaktor	(FC)	Flow Control
EV	Evaporator	(O)	Nomor Arus
CR	Crystallizer	(◇)	Tekanan (atm)
CF	Centrifuge	(□)	Suhu (°C)
RD	Rotary Dryer	(---)	Electric Connection
SC	Screw Conveyor	(—)	Pipping
CC	Cooling Conveyor	(//)	Udara Tekanan
BE	Bucket Elevator	(∩)	Control Valve



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK SODIUM NITRATE DARI
SODIUM HYDROXIDE DAN NITRIC ACID KAPASITAS
15.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :
 Trias Pramedikawati (2000020012)
 Zinnia Teguh Sovieyanti (2000020052)

Dosen Pembimbing :
 Firda Mahira Alfiata Chusna ,S.T., M. Eng.

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA
 2024