

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM NITRAT DARI
NATRIUM KLORIDA DAN ASAM NITRAT
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi Surakarta**

Oleh :

Muhamad Ariyanto Adi Saputro

20140267D

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI SURAKARTA**

2018

LEMBAR PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM NITRAT DARI
NATRIUM KLORIDA DAN ASAM NITRAT
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh :

**Muhamad Ariyanto Adi Saputro
20140267D**

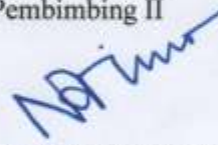
Telah Disetujui Oleh Pembimbing
Pada Tanggal...08 Agustus.....2018

Pembimbing I



Dr. Supriyono, S.T., M.T.
NIS.01199508011049

Pembimbing II



Narimo, S.T., M.M.
NIS.01199609021057

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Kimia



Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng
NIS.01199601032053

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM NITRAT DARI
NATRIUM KLORIDA DAN ASAM NITRAT
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Muhamad Ariyanto Adi Saputro

20140267D

Telah Dipertahankan didepan penguji
Pada Tanggal

Penguji I : Ir. Petrus Darmawan, S.T., M.T.

Penguji II : Ir. Argoto Mahayana, S.T., M.T.

Penguji III : Dr. Supriyono, S.T., M.T.

Penguji IV : Narimo, S.T., M.M.



Dekan Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi

Mengetahui,

Ketua Program Studi
S1 Teknik Kimia



Ir. Petrus Darmawan, S.T., M.T.
NIS.01199905141068



Dewi Astuti H, S.T., M.Eng
NIS.01199601032053

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

- ∞ TERBENTUR, TERBENTUR, TERBENTUR, TERBENTUK.
(Tan Malaka)
- ∞ Guru yang tidak tahan kritik boleh masuk keranjang sampah, guru bukan Dewa yang Maha benar, dan murid bukanlah kerbau.
(Soe Hok Gie)
- ∞ Apa guna ilmu tinggi, kalau hanya untuk mengibuli.
(Wiji Thukul)
- ∞ Manusia diciptkaan tidak hanya sebatas untuk sekolah, kuliah, bekerja lalu mati
(Fiersa Besari)
- ∞ Bahagia ku sederhana, aku bahagia saat hidupku berguna bagi orang lain.
(Ariyanto)

♥ Terima kasihku untuk.....

Allah S.W.T. segala puji syukur kupanjatkan hanya kepada-Mu, tanpa pertolongan dan rahmat dari-Mu tidak mungkin saya berada pada posisi sekarang ini. Alhamdulillah...

Ibu dan Bapak tercinta,... Segala hormat kuberikan kepada kedua orang tuaku, mentorku, sahabatku, guruku, panutanku, bahkan mungkin tidak salah jika kusebut pahlawanku. Hanya ucapan terima kasih yang bisa saya ucapkan sekarang untuk mu Bapak Ibu, terima kasih atas seluruh curahan kasih sayang, dukungan dan kepercayaannya selama ini...untuk perjuangan panjangnya & tanggungjawab yang begitu besar...Kalian segalanya bagiku.... “Dua bijak pahlawan hidupku yang banyak mengajarku arti kehidupan, yang membantuku mewujudkan impian yang tidak pernah lekang oleh waktu, pemotivasi terbaik dalam hidupku, yang selalu menyelipkan namaku dalam setiap do’a. Bapak dan Ibu tercinta, semoga tetesan butir-butir keringatmu terwujud sebagai keberhasilan dan kebahagiaanku”..... Sekarang restuilah putra mu untuk di kehidupan sebenarnya.. Aamiin

Pak Supriyono dan Pak Narimo....terima kasih atas bimbingannya selama ini...baik untuk akademis maupun tugas akhir ini...

Pak Petrus, Bu Dewi, Bu Endah, Pak Argoto, Bu Happy dan semua Dosen FT USB... terimakasih atas masukan-masukannya, atas ilmu yang kalian berikan selama kuliah, atas kesediaan waktu untuk selalu mendengarkan keluh kesah kami.

Semua Keluarga dan Saudara-Saudara ku, tanpa kalian aku bukan siapa - siapa

Adik-adiku, Bryan dan Tyan.... Kalianlah penghilang setiap jenuh ku, melihat 'pertikaian' kalian setiap hari adalah suatu hiburan untukku. Terima kasih.

Untuk Bocah Bocah Idiot atau lebih populer disebut **BBI (Caesar, Bagus, Arum dan Rio)** tidak kuucapkan terima kasih untuk kalian, perjuangan kita belum selesai, kita masih harus berjuang bersama, ini bukan perpisahan, ingat semua mimpi kita dari awal, fokus mencapai itu, aku yakin pasti bisa, ini baru langkah awal untuk kita, dunia terlalu

menyeramkan untuk ditapaki sendirian, mari berjuang bersama sekali lagi kawanku...

Teman-teman BIDADAB (Pion dan Langgeng)... mereka lah yang selalu menemaniku menghabiskan malam dengan segelas kopi hitam, mereka punya cara tersendiri untuk memotivasi diriku, HAHA suwun banget caah..

Geng *Bullyers Bapper* (Devi, Sari, Aul, Mas Bub dll)... Kalian terbaik cah, terima kasih sudah menjadi ladang curhatku dalam hal apapun, terima kasih sudah selalu support, semoga kita dapat kembali ke tempat dimana kita dipertemukan dulu... MY 😊

My *Siput Squad*... aku lupa kenal kalian sejak kapan HAHA.. 10 tahun mungkin, kalianlah keluarga kedua ku, meskipun sekarang sudah terpaut jarak dan sibuk kesibukan masing-masing, percayalah bahwa kita selalu saling mendoakan... terima kasih kakak kakak yang sudah merelakan rumahnya menjadi pelarian ku disaat ku jenuh...

Semua Teman-teman seperjuangan TEKKIM USB 2014... Ayo Semangat, ya meskipun ucapan semangat tidak akan berpengaruh jika kalian tidak ada

dorongan dari diri sendiri sih HAHA... Ingat kata kata ku waktu itu teman,
”semua orang punya ritme nya masing-masing dalam mengerjakan
sesuatu, jangan jadikan orang lain sebagai patokan bahwa dirimu gagal”
tanamkan dalam diri kalian bahwa kalian bisa, jangan putus asa...

Buat semua pihak yang telah membantu... terima kasih atas
bantuannya...maafkan tidak dapat disebutkan satu per satu....

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah S.W.T. yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Natrium Nitrat dari Natrium Klorida dan Asam Nitrat kapasitas 30.000 Ton/Tahun**. Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Djoni Tarigan, MBA., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Ir. Petrus Darmawan, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Ir. Dewi Astuti H, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta.
4. Dr. Supriyono, S.T.,M.T. selaku pembimbing I, yang dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesainya tugas akhir ini.
5. Narimo, S.T., M.M. selaku pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan nasehat hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Ir.Petrus Darmawan, S.T.,M.T. dan Ir.Argoto Mahayana, S.T.,M.T., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji hasil laporan tugas akhir ini.

7. Bapak dan Ibu dosen program studi S1 Teknik Kimia atas ilmu dan bimbingannya selama kuliah.
8. Serta semua yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| Halaman Judul..... | i |
| Lembar Persetujuan..... | ii |
| Lembar Pengesahan | iii |
| Motto dan Persembahan..... | iv |
| Kata Pengantar | ix |
| Daftar isi..... | xi |
| Daftar Tabel | xvi |
| Daftar Gambar..... | xix |
| Intisari | xx |
| BAB I Pendahuluan..... | 1 |
| 1.1.Latar Belakang Pendirian Pabrik | 1 |
| 1.2.Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik | 2 |
| 1.2.1.Kebutuhan Natrium Nitrat Negara lain | 3 |
| 1.2.2.Kebutuhan Natrium Nitrat Indonesia | 6 |
| 1.2.3.Kapasitas rancangan natrium nitrat komersial | 8 |
| 1.2.4.Ketersediaan Bahan Baku | 9 |
| 1.3.Pemilihan Lokasi Pabrik | 9 |
| 1.4.Tinjauan Pustaka | 12 |
| 1.4.1.Macam-Macam proses pembuatan Natrium Nitrat | 13 |
| 1.4.2.Alasan Pemilihan Proses | 14 |
| 1.4.3.Kegunaan Produk | 16 |
| 1.4.4.Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk | 18 |
| 1.4.4.1.Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku | 18 |
| 1.4.4.2.Sifat Fisis dan Kimia Produk Utama dan Samping | 20 |
| 1.4.5.Proses Pembuatan yang Dipilih..... | 23 |

| | |
|---|----|
| BAB II Spesifikasi Bahan | 30 |
| 2.1. Spesifikasi Bahan baku | 30 |
| 2.2. Spesifikasi Prouk Utama | 31 |
| 2.3. Spesifikasi Produk Samping | 31 |
| BAB III Deskripsi Proses | 32 |
| 3.1. Langkah Proses | 32 |
| 3.1.1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku | 32 |
| 3.1.2. Tahap Penyiapan Bahan Baku | 32 |
| 3.1.3. Tahap Pembentukan Produk | 33 |
| 3.1.4. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk | 34 |
| 3.2 Diagram Alir Proses | 37 |
| BAB IV Neraca Massa dan Neraca Panas | 39 |
| 4.1. Neraca Massa | 39 |
| 4.2. Neraca Panas | 46 |
| BAB V Spesifikasi Alat | 32 |
| 5.1. Tangki penyimpanan HNO_3 | 55 |
| 5.2. Silo penyimpanan NaNO_3 | 55 |
| 5.3. Gudang NaCl | 56 |
| 5.4. Mixer | 56 |
| 5.5. Reaktor | 57 |
| 5.6. Evaporator 1 | 58 |
| 5.7. Kristalizer 1 | 59 |
| 5.8. Centrifuge 1 | 59 |
| 5.9. Evaporator 2 | 59 |
| 5.10. Kristalizer 2 | 60 |
| 5.11. Centrifuge 2 | 61 |
| 5.12. Rotary Dryer | 61 |
| 5.13. Cyclone | 62 |

| | |
|---|----|
| 5.14.Cooling Conveyor | 62 |
| 5.15.Heater udara | 62 |
| 5.16.Kondensor 1 | 63 |
| 5.17.Kondensor 2 | 63 |
| 5.18.Cooler 1 | 64 |
| 5.19.Cooler 2..... | 65 |
| 5.20.Blower | 65 |
| 5.21.Bucket Elevator 1 | 66 |
| 5.22.Bucket Elevator 2..... | 66 |
| 5.23.Bucket Elevator 3..... | 67 |
| 5.24.Bucket Elevator 4..... | 68 |
| 5.25.Belt Conveyor | 68 |
| 5.26.ScrewConveyor 1 | 69 |
| 5.27.Screw Conveyor 2..... | 69 |
| 5.28.Pompa 1..... | 70 |
| 5.29.Pompa 2..... | 70 |
| 5.30.Pompa 3..... | 70 |
| 5.31.Pompa 4..... | 71 |
| 5.32.Pompa 5..... | 71 |
| 5.33.Pompa 6..... | 72 |
| 5.34.Pompa 7..... | 72 |
| 5.35.Pompa 8..... | 73 |
| BAB VI Unit Pendukung Proses (Utilitas) | 74 |
| 6.1.Utilitas..... | 74 |
| 6.1.1.Unit pengadaa dan pengolahan air | 75 |
| 6.1.2.Unit sanitasi..... | 79 |
| 6.1.3.Unit pengadaan steam | 80 |
| 6.2.Unit pengadaan Listrik..... | 82 |

| | |
|---|-----|
| 6.3. Unit pengadaan bahan bakar | 85 |
| 6.4. Unit pengadaan udara tekan | 86 |
| 6.5. Unit pengolahan limbah | 86 |
| 6.6. Laboratorium | 88 |
| 6.7. Kesehatan dan keselamatan kerja | 89 |
| 6.8. Alat-alat Utilitas | 91 |
| BAB VII Organisasi dan Tata Letak | 103 |
| 7.1. Bentuk perusahaan | 103 |
| 7.2. Struktur Organisasi | 104 |
| 7.2.1. Pemegang saham | 105 |
| 7.2.2. Dewan komisaris | 105 |
| 7.2.3. Direktur | 106 |
| 7.2.4. Staf Ahli dan Litbang | 107 |
| 7.2.5. Kepala bagian | 107 |
| 7.2.6. Kepala seksi | 109 |
| 7.2.7. Karyawan | 114 |
| 7.3. Sistem kepegawaian dan system gaji | 115 |
| 7.3.1. Sistem kepegawaian | 115 |
| 7.3.2. Sistem gaji | 116 |
| 7.3.3. Pembagian jam kerja karyawan | 120 |
| 7.4. Kesejahteraan karyawan | 122 |
| 7.5. Manajemen produksi | 123 |
| 7.5.1. Perencanaan produksi | 124 |
| 7.5.2. Pengendalian proses | 125 |
| 7.6. Tata letak | 126 |
| 7.7. Tata letak peralatan | 131 |

| | |
|---|-----|
| BAB VIII Evaluasi Ekonomi | 135 |
| 8.1.Perhitungan biaya..... | 138 |
| 8.2.Total Fixed Capital Investment..... | 141 |
| 8.3.Working Capital | 141 |
| 8.4.Manufacturing cost..... | 142 |
| 8.5.General Expenses | 142 |
| 8.6.Analisis Ekonomi | 143 |
| 8.6.1.ROI..... | 143 |
| 8.6.2.POT | 144 |
| 8.6.3.BEP | 144 |
| 8.6.4.SDP | 146 |
| 8.6.5.DCF | 146 |
| BAB IX Kesimpulan..... | 148 |
| DAFTAR PUSTAKA | P-1 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Tabel Data Impor Natrium Nitrat Jepang | 3 |
| Tabel 2. Tabel Data Impor Natrium Nitrat Thailand | 4 |
| Tabel 3. Tabel Data Impor Natrium Nitrat Vietnam..... | 5 |
| Tabel 4. Tabel Data Impor Natrium Nitrat Indonesia | 6 |
| Tabel 5. Kebutuhan NaNO_3 berbagai Negara..... | 7 |
| Tabel 6. Kapasitas produksi pabrik komersial | 8 |
| Tabel 7. Tabel Perbandingan proses sintesis Natrium Nitrat..... | 16 |
| Tabel 8. Tabel Harga ΔH_f° dan ΔG_f° | 25 |
| Tabel 9. Neraca Massa disekitar Mixer..... | 41 |
| Tabel 10. Neraca Massa disekitar Reaktor..... | 41 |
| Tabel 11. Neraca Massa disekitar Evaporator 1..... | 42 |
| Tabel 12. Neraca Massa disekitar Kristalizer 1 | 42 |
| Tabel 13. Neraca Massa disekitar Centrifuge 1 | 43 |
| Tabel 14. Neraca Massa disekitar Evaporator 2..... | 43 |
| Tabel 15. Neraca Massa disekitar Kristalizer 2 | 43 |
| Tabel 16. Neraca Massa disekitar Centrifuge 2 | 44 |
| Tabel 17. Neraca Massa disekitar tangki akumulator | 44 |
| Tabel 18. Neraca Massa disekitar Rotary Dryer | 44 |
| Tabel 19. Neraca Massa disekitar Cyclone | 45 |
| Tabel 20. Neraca Massa disekitar Cooling Coveyor..... | 45 |
| Tabel 21. Konstanta kapasitas panas..... | 46 |
| Tabel 22. Data kapasitas panas masing-masing komponen | 47 |
| Tabel 23. Neraca Panas disekitar Mixer | 48 |
| Tabel 24. Neraca Panas disekitar Reaktor..... | 48 |
| Tabel 25. Neraca Panas disekitar Evaporator 1 | 49 |
| Tabel 26. Neraca Panas disekitar Kondensor 1 | 49 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 27. Neraca Panas disekitar Coler 1 | 50 |
| Tabel 28. Neraca Panas disekitar Kristalizer 1 | 50 |
| Tabel 29. Neraca Panas disekitar Centrifuge 1 | 51 |
| Tabel 30. Neraca Panas disekitar Evaporator 2 | 51 |
| Tabel 31. Neraca Panas disekitar Kondensor 2..... | 51 |
| Tabel 32. Neraca Panas disekitar Cooler 2 | 52 |
| Tabel 33. Neraca Panas disekitar Kristalizer 2 | 52 |
| Tabel 34. Neraca Panas disekitar Centrifuge 2 | 52 |
| Tabel 35. Neraca Panas disekitar Tangki akumulator..... | 53 |
| Tabel 36. Neraca Panas disekitar Rotary Dryer | 53 |
| Tabel 37. Neraca Panas disekitar Cyclone | 53 |
| Tabel 38. Neraca Panas disekitar Heater Udara..... | 54 |
| Tabel 39. Neraca Panas disekitar Cooling Conveyor..... | 54 |
| Tabel 40. Kebutuhan air proses..... | 76 |
| Tabel 41. Kebutuhan air pendingin 27°C | 76 |
| Tabel 42. Kebutuhan air pendingin 9°C | 77 |
| Tabel 43. Kebutuhan air sanitasi..... | 78 |
| Tabel 44. Kebutuhan air steam..... | 79 |
| Tabel 45. Kebutuhan air make up | 79 |
| Tabel 46. Konsumsi listrik untuk proses..... | 83 |
| Tabel 47. Konsumsi listrik untuk Utilitas | 84 |
| Tabel 48. Jumlah karyawan..... | 116 |
| Tabel 49. Daftar gaji karyawan..... | 118 |
| Tabel 50. Pembagian Shift Karyawan..... | 122 |
| Tabel 51. Luas bangunan pabrik | 129 |
| Tabel 52. Cost index | 136 |
| Tabel 53. Total Fixed capital Investment..... | 141 |
| Tabel 54. Working Capital..... | 141 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 55. Manufacturing cost | 142 |
| Tabel 56. General Expenses | 142 |
| Tabel 57. Fixed Cost | 145 |
| Tabel 58. Variable Cost..... | 145 |
| Tabel 59. Regulated Cost | 145 |
| Tabel 60. Analisa Kelayakan Ekonomi..... | 148 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----|
| Gambar 1. Grafik Data Impor Natrium Nitrat Jepang | 3 |
| Gambar 2. Grafik Data Impor Natrium Nitrat Thailand | 4 |
| Gambar 3. Grafik Data Impor Natrium Nitrat Vietnam..... | 5 |
| Gambar 4. Grafik Data Impor Natrium Nitrat Indonesia | 6 |
| Gambar 5. Peta Lokasi <i>Krakatau Industrial Estate Cilegon</i> | 12 |
| Gambar 6. Diagram Alir Kualitatif | 37 |
| Gambar 7. Diagram Alir Kuantitatif | 38 |
| Gambar 8. Pengolahan air dan Utilitas | 102 |
| Gambar 9. Struktur organisasi pabrik | 113 |
| Gambar 10. Tata letak pabrik..... | 130 |
| Gambar 11. Tata letak peralatan pabrik..... | 134 |
| Gambar 12. Grafik tahun dengan Cost index..... | 137 |
| Gambar 13. Grafik BEP dan SDP | 146 |

INTISARI

Prarancangan pabrik natrium nitrat dari natrium klorida dan asam nitrat memberikan prospek yang sangat cerah dalam dunia perindustrian mengingat belum adanya pabrik yang memproduksi produk natrium nitrat di Indonesia. Pabrik tersebut direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun diatas area sebesar 15.850 m² yang akan didirikan pada tahun 2022, lokasi pabrik berada di Cilegon, Banten yang jaraknya tidak terlalu jauh dengan PT. Cheetam Garam Indonesia dan PT. Nitrotama Kimia sebagai penyedia bahan baku utama. Pabrik ini beroperasi dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, dengan pertimbangan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri.

Proses pembuatan sodium nitrat berlangsung pada fase cair dengan menggunakan reaktor CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) dengan kondisi tekanan 1 atm, suhu 60°C. Reaksi berlangsung secara *eksotermis, irreversible, dan non adiabatic*. Kebutuhan natrium klorida sebesar 2.604,4173 kg/jam dan asam nitrat sebesar 3.842,5914 kg/jam. Produk berupa sodium nitrat sebesar 3787.8788 kg/jam. Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan unit pendukung yaitu unit penyediaan air start up sebesar 13.266,8477 kg/jam dan make up sebesar 2.443,1728 kg/jam. Kebutuhan listrik diperoleh dari PT.Krakatau Hira dan *generator set* sebesar 500 kW sebagai cadangan, bahan bakar solar total sebanyak 0,0622 m³/jam dan udara tekan sebesar 50 m³/jam.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan modal tetap (FCI) Rp 274.330.491.837,24 dan modal kerja Rp 74.338.196.667,27. Keuntungan sebelum pajak Rp 77.295.019.664,97 pertahun setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp 54.106.513.765,48 pertahun. *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 28.176% dan setelah pajak 19.723%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak adalah 2.6195 tahun dan setelah pajak 3.3640 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 43.343 %, *Shut Down Point (SDP)* sebesar 24.617 % dan *Discounted Cash Flow (DCF)* sebesar 7.6027 %. Dari data analisis kelayakan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

Kata kunci : Natrium Nitrat, Sintesis, *Continuous Stirred Tank Reactor*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring dengan perkembangan teknologi dan kemajuan zaman, pembangunan di segala bidang haruslah diperhatikan. Pembangunan ekonomi serta pengembangan industri yang baik akan senantiasa meningkatkan taraf hidup bangsa. Pembangunan industri saat ini sedang giat berkembang, termasuk diantaranya adalah industri kimia, baik industri kimia yang menghasilkan produk jadi (produk siap pakai) maupun produk antara (*intermediet*) untuk diolah lebih lanjut. Pembangunan dan pengembangan industri kimia dalam negeri dinilai sangat penting untuk mencukupi kebutuhan akan bahan kimia dalam negeri yang selama ini masih belum terpenuhi sehingga untuk memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri harus mengimpor dari luar negeri yang dapat merugikan Negara dalam hal pengeluaran devisa.

Salah satu produk antara (*intermediet*) yang perlu dipertimbangkan adalah natrium nitrat (NaNO_3). Sodium nitrat merupakan kristal bening tidak berwarna dan tidak berbau. Bahan kimia ini mempunyai sifat-sifat antara lain mudah larut dalam air, gliserol, amoniak, dan alkohol serta mempunyai titik lebur pada temperature 308°C . Pada prarancangan pabrik kimia NaNO_3 sebelumnya yang dilakukan oleh Sulistyarini (2006) mempunyai kapasitas prarancangan sebanyak 50.000 ton/tahun. Pada prarancangan pabrik NaNO_3 oleh Andirio (2006) dengan bahan baku NaOH dan HNO_3 mempunyai kapasitas rancangan 45.000 ton/tahun. Pada prarancangan pabrik kimia NaNO_3 oleh Yuningsih dan Utami (2011) mempunyai kapasitas rancangan 30.000

ton/tahun. Prarancangan pabrik natrium nitrat dari natrium klorida dan asam nitrat juga pernah dilakukan oleh Azlansyah (2011) dengan kapasitas 2.000 ton/tahun. Kebutuhan NaNO_3 yang ada di Indonesia semakin bertambah dan pemenuhan kebutuhan natrium nitrat nasional hingga saat ini masih mengimpor karena di Indonesia belum ada industri kimia yang memproduksi natrium nitrat, sehingga dapat dipastikan semakin lama kebutuhan NaNO_3 akan semakin meningkat.

Salah satu bahan baku dalam pembuatan NaNO_3 adalah natrium klorida (NaCl) dan asam nitrat (HNO_3). Natrium nitrat merupakan bahan kimia *intermediet* yang dapat diolah lebih lanjut seperti untuk bahan kimia tambahan dalam produksi pupuk yang mengandung senyawa nitrogen, pembuatan kaca, pembuatan dinamit, bahan tambahan dalam pembuatan korek api, pembuatan kalium nitrat, sebagai reagent dalam kimia analisis dan obat-obatan serta masih banyak lagi.

Kebutuhan NaNO_3 di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan industri yang menggunakannya, karenanya pendirian pabrik ini dipandang perlu untuk memenuhi kebutuhan NaNO_3 di dalam negeri dan diharapkan juga dapat membuka lapangan pekerjaan baru dalam bidang industri kimia di Indonesia.

1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Dalam penentuan kapasitas prarancangan pabrik natrium nitrat (NaNO_3) ini didasarkan pada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan, yaitu:

1.2.1 Kebutuhan Natrium Nitrat di Negara lain

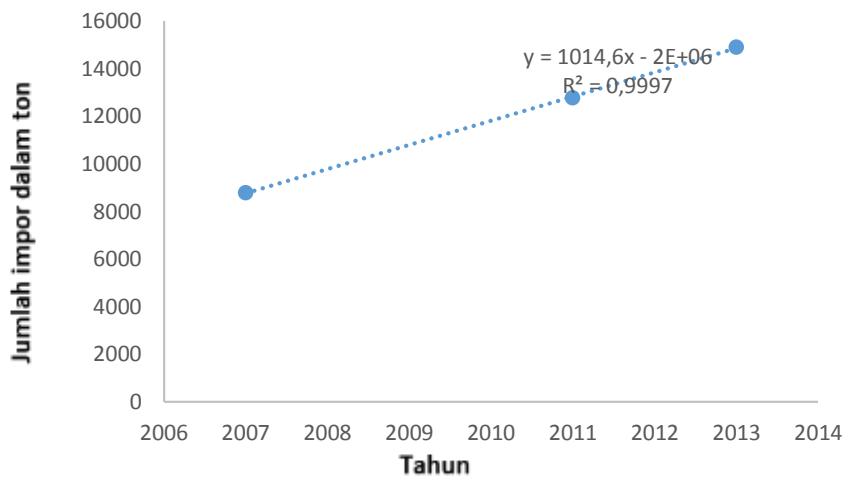
a. Jepang

Kebutuhan akan natrium nitrat di Negara Jepang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Impor natrium nitrat Jepang

| Tahun | Jumlah (Ton) |
|-------|--------------|
| 2007 | 8.777,0680 |
| 2011 | 12.757,5450 |
| 2013 | 14.833,9900 |

(Sumber: data.un, 2018)



Gambar 1. Grafik Data Impor Natrium Nitrat Jepang

Dari persamaan regresi linear yang didapat, kemudian dihitung kebutuhan natrium nitrat Negara Jepang pada tahun 2022 berdasar persamaan $y=1014.6*x-2000000$ adalah berkisar 52.000 ton.

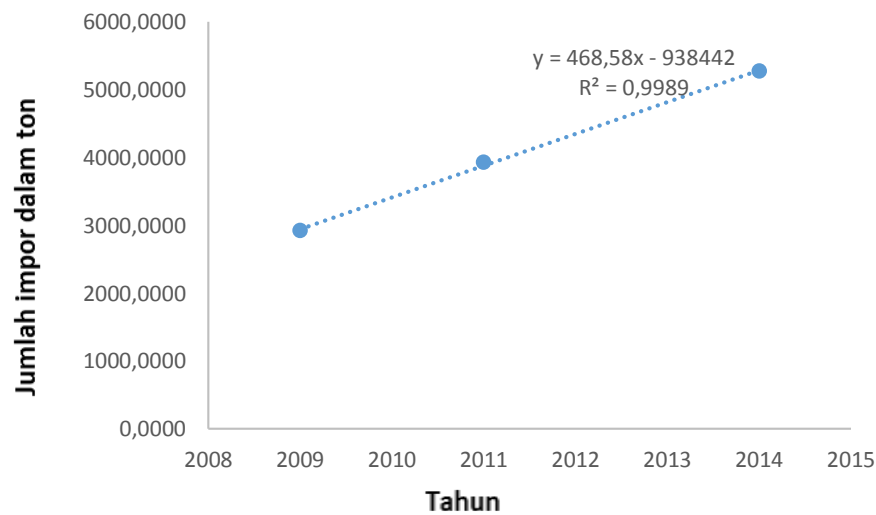
b. Thailand

Kebutuhan akan natrium nitrat di negara Thailand ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Data Impor natrium nitrat Thailand

| Tahun | Jumlah (Ton) |
|-------|--------------|
| 2009 | 2.917,5160 |
| 2011 | 3.927,0410 |
| 2014 | 5.269,4840 |

(Sumber: data.un, 2018)



Gambar 2. Grafik Data Impor Natrium Nitrat Thailand

Dari persamaan regresi linear yang didapat, kemudian dihitung kebutuhan natrium nitrat Negara Thailand pada tahun 2022 berdasar persamaan $y=468.58*x-938442$ adalah berkisar 9.000 ton.

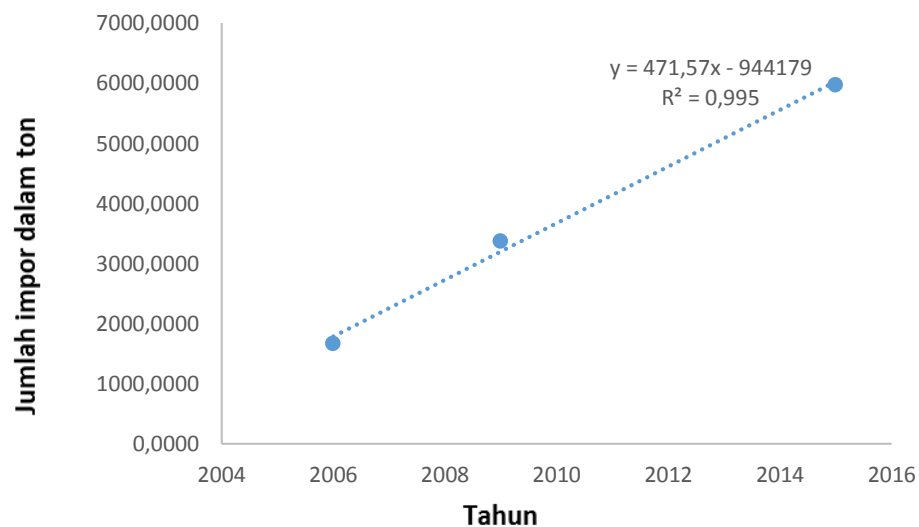
c. Vietnam

Kebutuhan akan natrium nitrat di Negara Vietnam ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Data Impor natrium nitrat Vietnam

| Tahun | Jumlah (Ton) |
|-------|--------------|
| 2006 | 1.669,4750 |
| 2009 | 3.372,3830 |
| 2015 | 5.971,2200 |

(Sumber: data.un, 2018)



Gambar 3. Grafik Data Impor Natrium Nitrat Vietnam

Dari persamaan regresi linear yang didapat, kemudian dihitung kebutuhan natrium nitrat Negara Vietnam pada tahun 2022 berdasar persamaan $y=471.57*x-944179$ adalah berkisar 9.500 ton.

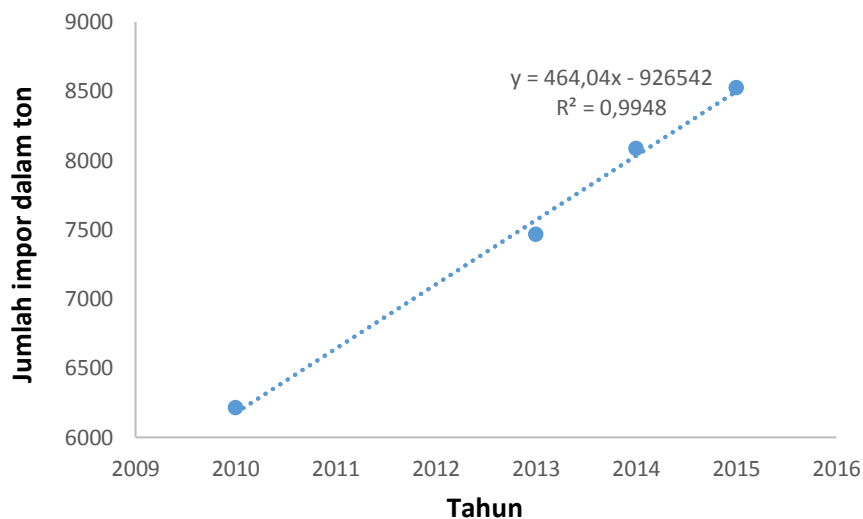
1.2.2 Kebutuhan Natrium Nitrat Indonesia

Kebutuhan NaNO_3 di Indonesia selama beberapa tahun kebelakang semakin meningkat dimulai pada tahun 2010, dan untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Indonesia masih mengimpor seluruhnya dari luar negeri. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik mengenai impor NaNO_3 di Indonesia pada tahun 2010-2015 ditunjukkan pada pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Impor Natrium Nitrat di Indonesia

| Tahun | Jumlah (Ton) |
|-------|--------------|
| 2010 | 6.209,1470 |
| 2013 | 7.460,5850 |
| 2014 | 8.081,9780 |
| 2015 | 8.521,0050 |

(Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018)



Gambar 4. Grafik Data Impor Natrium Nitrat di Indonesia

Dari data statistik impor dapat dibuat grafik yang menunjukkan bahwa kebutuhan natrium nitrat di Indonesia cenderung semakin meningkat setiap tahunnya. Pengoperasian pabrik natrium nitrat diproyeksikan akan dimulai pada tahun 2022. Dari gambar 4, diperoleh suatu persamaan regresi linear untuk mengetahui kebutuhan akan konsumsi natrium nitrat pada tahun 2022 yaitu sebagai berikut :

$$y = 464.04 \cdot x - 926542$$

$$y = (464.04 \cdot 2022) - 926542$$

$$y = 11746.88 \text{ ton}$$

dimana :

y = Data impor natrium nitrat (Ton)

x = Tahun kebutuhan natrium nitrat

Dari perhitungan terhadap persamaan yang didapatkan dari grafik, maka dapat disimpulkan bahwa perkiraan kebutuhan akan natrium nitrat pada tahun 2022 adalah berkisar pada angka 12.000 ton.

Dari perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa kebutuhan akan natrium nitrat pada tahun 2022 di berbagai negara adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Kebutuhan natrium nitrat berbagai negara

| Negara | Jumlah Kebuuhan (Ton) |
|------------------|--------------------------|
| Indonesia | 12.000 |
| Jepang | 52.000 |
| Thailand | 9.000 |
| Vietnam | 9.500 |

Kebutuhan total untuk natrium nitrat di beberapa Negara di Asia adalah sekitar 82.500 ton pada tahun 2022.

1.2.3 Kapasitas rancangan NaNO_3 Komersial

Untuk memproduksi natrium nitrat harus diperhitungkan juga kapasitas produksi komersial yang masih eksis hingga sekarang, sehingga besar kemungkinan prarancangan pabrik yang akan didirikan akan memberikan keuntungan. Kapasitas produksi secara komersial yang telah ada terlihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kapasitas produksi pabrik komersial

| Pabrik | Proses | Kapasitas (Ton/Th) |
|----------------------------|------------------|---------------------------|
| DNL, Dehaj India | Sintesis | 30.000 |
| Qena Districq Egypt | <i>Shank</i> | 113.000 |
| Maria Elina, Chili | <i>Gugenheim</i> | 650.000 |
| Pedro de Valdivia | <i>Gugenheim</i> | 750.000 |

(Sumber : Kirk Othmer, 1997)

Dengan beberapa pertimbangan diatas, maka akan didirikan pabrik natrium nitrat dengan proses sintesis dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, dan diharapkan :

1. Dapat memenuhi 80% kebutuhan natrium nitrat dalam negeri pada tahun 2022.
2. Dapat memenuhi 30% kebutuhan akan natrium nitrat Negara Jepang pada tahun 2022.
3. Dapat memenuhi 30% kebutuhn natrium nitrat Negara Thailand pada tahun 2022.

4. Dapat memenuhi 30% kebutuhan natrium nitrat Negara Vietnam pada tahun yang sama.
5. Dapat memberikan keuntungan karena kapasitas rancangan berada diatas kapasitas produksi minimal di dunia.
6. Meningkatkan devisa Negara karena mencakup pasar ekspor.
7. Membuka peluang bagi industri lain di Indonesia untuk berdiri dan meningkatkan kapasitas produksi bagi pabrik yang berbahan baku NaNO_3 .
8. Dapat mengurangi jumlah pengangguran yang ada di Indonesia.

1.2.4 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku NaNO_3 adalah NaCl dan HNO_3 . Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pada pabrik NaNO_3 dengan kapasitas 30.000 ton/tahun ini, maka HNO_3 dapat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek dengan kapasitas produksi 150.000 ton/tahun. Sedangkan NaCl diperoleh dari PT Cheetham Garam Indonesia dengan kapasitas produksi 800.000 ton/tahun yang terdapat di Cilegon. Ketersediaan bahan baku ini dirasa sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan bahan baku untuk pabrik ini. Sehingga untuk pemenuhan kebutuhan bahan baku tidak perlu dikhawatirkan.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik sangatlah berpengaruh terhadap keberhasilan suatu perusahaan tersebut. Beberapa faktor dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pendirian suatu pabrik, diantaranya adalah penyediaan bahan baku, pemasaran

produk, transportasi dan tenaga kerja dan masih banyak faktor yang harus dipertimbangkan. Dengan mempertimbangkan beberapa faktor tersebut maka, lokasi pabrik natrium nitrat yang akan beroperasi pada tahun 2022 dipilih di kawasan industri Cilegon dengan pertimbangan :

a. Penyediaan bahan baku

Bahan baku pembuatan natrium nitrat adalah natrium klorida yang diperoleh dari PT Cheetam Garam Indonesia yang juga berada di Cilegon, sedangkan bahan baku asam nitrat diperoleh dari PT Multi Nitrotama Kimia di Cikampek

b. Letak pabrik terhadap lokasi pemasaran

Natrium nitrat merupakan bahan kimia *intermediet* maka pemilihan lokasi pabrik di Cilegon dinilai tepat karena merupakan kawasan industri yang berarti memperpendek jarak antara pabrik yang memproduksi dengan pabrik yang membutuhkan natrium nitrat.

c. Transportasi

Kawasan industri Cilegon memiliki lokasi yang dekat dengan pelabuhan merak, selain itu juga infrastruktur jalan raya yang memadai untuk kawasan industri sehingga mempermudah sistem pengiriman bahan baku maupun produk yang dapat menunjang kemajuan suatu industri.

d. Tenaga kerja

Ketersediaan tenaga kerja yang terampil merupakan salah satu faktor penting guna menunjang kredibilitas suatu pabrik. Kawasan industri Cilegon terletak didaerah

Jawa dan Jabodetabek yang syarat dengan lembaga pendidikan formal di mana banyak terdapat perguruan tinggi, akademi, dan sekolah keterampilan yang dapat mencukupi kebutuhan tenaga kerja yang terampil dan terdidik, sehingga mampu memperlancar jalannya proses industri.

e. Utilitas

Sarana-sarana pendukung seperti ketersediaan air, listrik dan sarana lainnya harus diperhatikan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Pemenuhan kebutuhan listrik dapat dibebankan pada PLN atau PLTU Suralaya yang jalurnya tersedia di wilayah ini, dan untuk *back up* listrik akan disediakan generator tambahan, sedangkan untuk penyediaan air proses, air pendingin dan air umpan *boiler* diambil dari perusahaan penyedia air di KIEC.

f. Peraturan daerah

Mengacu pada otonomi daerah, kebijakan pemerintah daerah sangat mendukung pendirian pabrik yang nantinya akan menambah pendapatan daerah.

g. Keadaan masyarakat

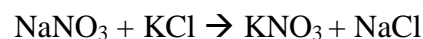
Masyarakat yang membutuhkan pekerjaan akan mendukung pendirian pabrik. Karena dengan didirikannya pabrik, maka akan terbuka lapangan pekerjaan baru yang memberikan kesempatan pada masyarakat di sekitar pabrik.



Gambar 5. Peta Lokasi Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC)
(Kementrian Perindustrian RI, 2012)

1.4 Tinjauan Pustaka

Natrium nitrat atau juga biasa disebut dengan sodium nitrat merupakan bahan kimia *intermediet* atau bahan kimia antara yang diperoleh dari endapan alamiah yang terdapat di dataran tinggi Chile dan merupakan endapan yang cukup lebar, yaitu 8-65 km serta tebal 0,3-1,2 m. Produk dengan kualitas tinggi dapat dihasilkan dengan kristalisasi dan pengeringan (Austin, 1984). Natrium nitrat digunakan sebagai bahan baku pada pabrik pembuatan pupuk NPK dengan cara mereaksikan,



Saat ini pupuk KNO_3 lebih diminati. Selain sebagai bahan baku NaNO_3 adalah sebagai produk *intemediet* pada pabrik pembuatan kaca. Sodium nitrat sebanyak 25% akan mengoksidasi *calumit*. Penggunaan NaNO_3 sangat efektif untuk mengurangi *bubble* yang membuat kaca tidak cacat (Yuningsih dan Utami, 2011). Sodium nitrat juga memiliki sifat anti mikrobial sehingga digunakan sebagai pengawet makanan. Senyawa ini ditemukan secara alami dalam sayuran hijau berdaun. Selain itu, senyawa ini berpotensi kesehatan dalam menambah oksigen pada darah, selain efek sampingnya pada kesehatan khususnya bila terdapat dalam dosis tinggi.

1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan Natrium Nitrat

Dalam pembuatan natrium nitrat (NaNO_3) dikenal tiga macam proses yaitu:

1. Proses *Shank*

Bahan baku berasal dari garam hasil penambangan (garam *Chile*) yang mengandung NaNO_3 . Prosesnya meliputi *including*, *loading*, *leaching*, *washing* dan *unloading*. Pada prinsipnya proses yang utama adalah pemurnian dari garam hasil penambangan di mana zat-zat selain NaNO_3 dikurangi kadarnya sehingga diperoleh NaNO_3 dengan kadar $\pm 60\%$. (Kirk dan Othmer, 1983)

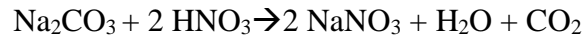
2. Proses *Guggenheim*

Pada prinsipnya proses *Guggenheim* sama dengan proses *Shank*, hanya alatnya lebih disempurnakan, yaitu melalui proses *crushing*, *leaching*, *filtering*, *cristalizing*, dan *graining* sehingga kadar NaNO_3 lebih besar yaitu $\pm 85\%$. (Kirk dan Othmer, 1983).

3. Proses Sintesis

Ada 2 macam proses sintesis.

a. Mereaksikan Na_2CO_3 dengan HNO_3



(Kirk dan Othmer, 1983)

Proses ini berlangsung pada suhu 305-350°C pada tekanan vakum di dalam reaktor *fluidized bed*. Reaksi ini akan menghasilkan produk NaNO_3 dengan konversi sebesar 97-98% terhadap HNO_3 (U.S.Patent 2535990. 1950)

b. Mereaksikan NaCl dengan HNO_3



(Kobe, 1957)

Proses ini berlangsung pada suhu 60°C pada tekanan 1 atm dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) (Kobe, 1957). Besarnya konversi yang diperoleh adalah 95% terhadap NaCl (U.S. Patent 1978751. 1934) Proses Sintesis menghasilkan kadar NaNO_3 yang lebih tinggi dari proses *Shank dan Guggenheim*, yaitu $\pm 90-99.8\%$ (Kirk dan Othmer, 1983).

1.4.2 Alasan Pemilihan Proses

Proses yang dipilih dalam pembuatan natrium nitrat pada pabrik ini adalah proses sintesis antara natrium klorida dan asam nitrat. Pemilihan proses ini didasarkan pada beberapa alasan berikut :

- a. Tingkat kemurnian hasil dari proses sintesis lebih tinggi yaitu berkisar antara 90-99.8% sedangkan untuk proses *Shank* memiliki kemurnian hasil $\pm 60\%$ dan *Guggenheim* $\pm 85\%$.
- b. Sintesis natrium klorida dari reaksi antara natrium klorida dan asam nitrat berlangsung pada reactor alir tangki berpengaduk (RATB) sehingga proses yang berlangsung relatif sederhana dibandingkan dengan sintesis dari reaksi antara natrium karbonat dan asam nitrat yang berlangsung dalam reaktor *fluidized bed*.
- c. Sintesis natrium nitrat dari natrium klorida dan asam nitrat berlangsung pada tekanan atmosferis sehingga proses produksi relative lebih sederhana jika dibandingkan dengan sintesis dari natrium karbonat dan asam nitrat yang berlangsung pada tekanan vakum.

Dari beberapa alasan diatas, dapat disimpulkan bahwa proses sintesis dengan bahan baku natrium klorida dan asam nitrat lebih menguntungkan dibandingkan dengan proses sintesis menggunakan bahan baku natrium karbonat dan juga asam nitrat. Perbandingan proses sintesis juga dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan proses sintesis natrium nitrat

| Tinjauan | Bahan baku yang digunakan | |
|------------------------|---|--------------------------------------|
| | Na ₂ CO ₃ | NaCl |
| Konversi | 97-98% terhadap HNO ₃ (1) | 95% terhadap NaCl (2) |
| Kondisi Operasi | P<1 atm, T = 305 – 350 ^o C (1) | P = 1 atm, T = 60 ^o C (3) |
| Tipe Reaktor | <i>Fluidized bed</i> | RATB |
| Harga bahan | US \$ 160-165/ton | US \$ 60/ton |

Sumber :
 1. US. Patent 2535990. 1950
 2. US. Patent 1978751. 1934
 3. Kobe, 1957

1.4.3 Kegunaan Produk

Natrium nitrat merupakan bahan *intermediet* yang sebagian besar dikonsumsi sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk (terutama pupuk NPK), bahan eksplosif pada pembuatan dinamit, pembuatan kaca, dan pembuatan cat. Adapun kegunaan NaNO₃ dalam industri antara lain :

a. Pembuatan pupuk NPK

Pada proses pembuatan pupuk NPK, natrium nitrat merupakan bahan baku yang menghasilkan nitrogen pada pupuk tersebut. Di mana natrium nitrat direaksikan dengan garam kalium klorida sehingga membentuk kalium nitrat. Selanjutnya kalium nitrat dialirkan pada batuan fosfat yang mempunyai kadar fosfat tinggi sehingga dihasilkan pupuk NPK yang memberi nutrisi pada daun. Dewasa ini pupuk kalium nitrat lebih disukai dibandingkan kalium klorida karena tanaman tidak tumbuh baik pada tanah yang mengandung klorida.

b. Pembuatan dinamit

Reaksi antara natrium nitrat dengan ammonium nitrat akan menghasilkan gas yang sangat eksplosif sehingga dapat menimbulkan ledakan. Jenis dinamit yang dihasilkan yaitu, *straight dynamite*, *amonia dynamite*, *gelatin dynamite*, gelatin nitrat, dan amonia gelatin. Perbandingan jenis dinamit ditentukan dengan pemakaian perbandingan ammonium nitrat dengan natrium nitrat.

c. Pembuatan kaca

Pada industri pembuatan kaca, natrium nitrat sebagai bahan tambahan yang dicampur dengan *calumit*, di mana natrium nitrat mengoksidasi *calumit*. *Calumit* merupakan *slag* atau sisa proses peleburan logam yang berfungsi untuk meningkatkan *melting potensial*, menurunkan devitrifikasi, menurunkan viskositas *molten glass*. Pada pencampuran tersebut membutuhkan natrium nitrat sebanyak 2,5%. Penggunaan NaNO_3 sangat efektif untuk mengurangi *bubble* sehingga kaca tidak cacat.

d. Pembuatan cat

Pada industri pengolahan cat, reaksi natrium nitrat dengan *lead* atau timbal (Pb) akan membentuk timbal oksida (PbO) yang banyak digunakan oleh industri cat sebagai penguat warna cat sehingga warna cat lebih kuat dan merata pada suspensinya.

1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.4.1 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku

a. Natrium klorida

Natrium klorida dikenal sebagai garam dapur dan merupakan senyawa ionic. Natrium klorida pada umumnya merupakan padatan bening tak berbau. Natrium klorida adalah garam paling berpengaruh terhadap salinitas laut dan cairan ekstraseluler pada banyak organisme multiseluler. Natrium klorida juga digunakan sebagai bahan utama dalam garam dapur, dan biasanya juga digunakan sebagai pengawet makanan. Natrium klorida biasanya dibuat dengan evaporasi air laut atau air payau. Sifat fisis dan sifat kimia dari natrium klorida adalah sebagai berikut :

Sifat fisis (Perry, 1997 : Yaws, 1999) :

- Rumus molekul : NaCl
- Berat molekul : 58,45 g/mol
- Titik didih : 1413°C pada 1 atm
- Titik beku : 800,4°C pada 1 atm
- Bentuk : kristal kubik padat
- Warna : putih
- Densitas : 2,163 g/ml
- Kapasitas panas : 50.075 J/mol.K

Sifat kimia (Kirk dan Othmer, 1997) :

- Dapat larut dalam air dan bermacam – macam *solvent* (etilen, glikol, etanol, methanol, cairan ammoniak) tetapi tidak larut dalam gliserol.
- Bersifat higroskopis.
- Tidak mudah terbakar.

b. Asam Nitrat

Asam nitrat juga dikenal sebagai *aqua fortis*, hydrogen nitrat maupun nitril hidrosida. Asam nitrat juga diketahui mempunyai sifat asam dan pengoksidasi yang sangat kuat, asam nitrat pada umumnya digunakan pada proses pembuatan bahan-bahan kimia, seperti obat-obatan, serat sintetik, bahan pewarna dan juga banyak digunakan dalam industri pupuk. Sifat fisis dan kimia asam nitrat adalah sebagai berikut :

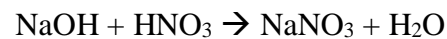
Sifat fisis (Perry, 1997: Yaws, 1997) :

- Rumus molekul : HNO_3
- Berat molekul : 63,02 g/mol
- Titik didih : 86°C pada 1 atm
- Titik beku : -42°C pada 1 atm
- Bentuk : cair
- Warna : putih
- Densitas : 1,502 g/ml
- Kapasitas panas : 110,68 J/mol.K

Sifat kimia (Kirk dan Othmer, 1997) :

- Merupakan asam monobasik kuat.
- Asam nitrat dapat bereaksi dengan semua logam kecuali emas, iridium, platinum, rhodium, tantalum dan titanium.
- Asam nitrat merupakan pengionisasi yang kuat.

Reaksi yang terjadi :



- Asam nitrat merupakan pengoksidasi yang kuat

Reaksi yang terjadi :



- asam nitrat tidak stabil terhadap panas dan bisa terurai sebagai berikut :



1.4.4.2 Sifat Fisis dan Kimia Produk Utama serta Produk Samping

a. Natrium nitrat

Sodium nitrat merupakan bahan kimia *intermediet* dalam pembuatan pupuk yang mengandung senyawa nitrogen. Selain sebagai bahan dalam pembuatan pupuk, sodium nitrat juga digunakan sebagai bahan pembuatan kembang api, bom asap, pengawet makanan, propelan roket padat, bahan dalam gelad dan tembikar, bahan baku pembuatan kalium nitrat, dan sebagai reagen pada kimia analisa. Sifat fisis dan kimia natrium nitrat adalah sebagai berikut :

Sifat Fisis (Perry, 1997) :

- Rumus molekul : NaNO_3
- Berat molekul : 84,99 g/mol
- Titik didih : 380°C pada 1 atm
- Titik beku : 308°C pada 1 atm
- Bentuk : kristal trigonal padat
- Warna : putih
- Densitas : 2,257 g/ml
- Panas laten : 5.355 kal/mol pada 310°C
- Kapasitas panas : 33,6402 J/mol.K

Sifat Kimia (Kirk dan Othmer, 1997) :

- Mudah larut dalam air, gliserol, amoniak dan alcohol.
- Bersifat higroskopis.

b. Chlorine

Klorin merupakan unsur halogen golongan VII A. Sama halnya dengan ion klorida, klorin banyak terdapat di alam dan merupakan zat yang banyak diperlukan makhluk hidup terutama manusia. Pada kondisi ruang, klorin berwujud gas dengan bentuk Cl_2 . Klorin merupakan salah satu oksida kuat dan banyak digunakan sebagai pemutih dan disinfektan, yang mana merupakan bahan terpenting pada industri.

Sifat Fisis (Perry, 1997: Yaws, 1999) :

- Rumus molekul : Cl_2
- Berat molekul : 70,91 g/mol
- Titik didih : $-34,6^\circ\text{C}$ pada 1 atm
- Titik beku : $-101,6^\circ\text{C}$ pada 1 atm
- Bentuk : gas
- Warna : kuning kehijauan
- Densitas : 1,56 g/ml
- Kapasitas panas : 33.7191 J/mol.K

Sifat kimia (Perry, 1997):

- Larut dalam larutan alkali (NaOH dan KOH)

c. *Nitrosyl Chloride*

Nitrosyl klorida atau dikenal juga nitrogen oksiklorida merupakan senyawa berwujud gas pada suhu kamar dan berwarna kuning. NOCl merupakan salah satu senyawa yang bereaksi dengan air, dan dapat terbilang dalam uap asam sulfat. NOCl merupakan elemen terpenting pada pembuatan *aqua regia*. Dalam sintesis organik, NOCl digunakan sebagai zat pengoksidasi. NOCl terkadang juga digunakan sebagai katalis. Sifat fisis dan kimia NOCl adalah sebagai berikut :

Sifat Fisis (Perry, 1997 : Yaws, 1999) :

- Rumus molekul : NOCl

- Berat molekul : 65,47 g/mol
- Titik didih : $-5,5^{\circ}\text{C}$ pada 1 atm
- Titik beku : $-64,5^{\circ}\text{C}$ pada 1 atm
- Bentuk : gas
- Warna : merah kekuningan
- Densitas : 1,417 g/ml
- Kapasitas panas : 44.2666 J/mol.K

Sifat kimia (Perry, 1997)) :

- Larut dalam H_2SO_4

1.4.5 Proses pembuatan yang dipilih

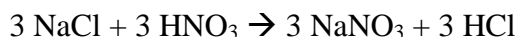
a. Kondisi Operasi

Kondisi operasi pada pembuatan natrium nitrat berjalan pada suhu 60°C dengan tekanan 1,013 bar. Pemilihan kondisi operasi tersebut berdasarkan pertimbangan bahwa kondisi tersebut merupakan kondisi optimum untuk pembentukan NaNO_3 dari NaCl dan HNO_3 (Kobe, 1957). Selain itu untuk menjaga supaya HNO_3 tetap bereaksi dengan NaCl membentuk NaNO_3 karena HNO_3 kurang stabil jika pada suhu tinggi dan akan terdekomposisi menjadi gas NO_2 , H_2O dan O_2 (Kirk dan Othmer, 1997). Pada prarancangan pabrik natrium nitrat rasio mol reaktan HNO_3 dengan NaCl yang digunakan adalah 1,3 : 1, sehingga akan diperoleh konversi sebesar 95% terhadap NaCl (U.S. Patent 1978751. 1934).

Reaksi dijalankan pada kondisi isothermal sehingga suhu dalam reaktor harus dijaga konstan pada kondisi 60°C, sehingga dalam proses digunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Selain itu, fase reaktan adalah cair sehingga memungkinkan penggunaan reaktor jenis RATB. Untuk menjaga reaksi berjalan pada suhu yang diinginkan, maka digunakan jaket reaktor sebagai media pemanas atau pendingin.

b. Mekanisme Reaksi

Reaksi pembentukan natrium nitrat (NaNO₃) dari natrium klorida (NaCl) dan asam nitrat (HNO₃) berdasarkan urutan mekanisme reaksi adalah sebagai berikut :



NaCl bereaksi dengan HNO₃ membentuk NaNO₃ dan HCl terlebih dahulu. Selanjutnya HCl akan bereaksi dengan sisa HNO₃ yang belum bereaksi dengan NaCl sehingga membentuk air dan gas NOCl serta Gas Cl₂. Reaksi tersebut merupakan reaksi pengaraman atau reaksi netralisasi. Reaksi NaCl dan HNO₃ menjadi NaNO₃ berlangsung di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada suhu 60°C dan tekanan 1,013 bar (Kobe, 1957). Reaksi antara HNO₃ dengan NaCl dengan perbandingan mol reaktan HNO₃ dan NaCl adalah 1.3 : 1.

c. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika digunakan untuk mengetahui apakah proses tersebut bersifat endotermis atau eksotermis serta arah reaksi *reversible* atau *irreversible*. Untuk

menentukan sifat reaksi, panas reaksi dapat dihitung dari panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada kondisi $P = 1.013 \text{ bar}$ dan $T = 25^\circ\text{C}$.

Tabel 8. Harga ΔH_f° dan ΔG_f°

| Komponen | $\Delta H_f^\circ, \text{kJ/mol}$ | $\Delta G_f^\circ, \text{kJ/mol}$ |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| NaCl | -411384.9372 | -384493.7238 |
| HNO ₃ | -13384.93724 | -73514.6444 |
| NaNO ₃ | -467405.8577 | -366610.8787 |
| NOCl | 53556.4854 | 67364.0168 |
| Cl ₂ | 0 | 0 |
| H ₂ O | -28584.68619 | -23719.62343 |

(Sumber : Perry, 1997 : Yaws, 1999)

Pada proses pembentukan natrium nitrat akan terjadi reaksi sebagai berikut :



- Panas reaksi standar (ΔH_r°)

$$\Delta H_r^\circ = \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_r^\circ = (3. \Delta H_f^\circ \text{ NaNO}_3 + \Delta H_f^\circ \text{ NOCl} + \Delta H_f^\circ \text{ Cl}_2 + 2. \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}) - (3. \Delta H_f^\circ \text{ NaCl} + 4. \Delta H_f^\circ \text{ HNO}_3)$$

$$\Delta H_r^\circ = [3(-467405.8577) + (53556.4854) + 0 + 2(-28584.68619)] - [3(-411384.9372) + 4(-13384.93724)]$$

$$\Delta H_r^\circ = -1649070.337 \text{ kJ/mol}$$

Karena ΔH_r° bernilai negatif maka reaksi bersifat eksotermis.

ΔH_{333} pada suhu 60°C (333 K) adalah :

$$dH = C_p \cdot dT$$

$$\Delta H_{333} = \int_{298}^{333} C_p \cdot dT$$

$$\Delta H_{333} = [\sum.C_p \text{ produk} - \sum.C_p \text{ reaktan}] dT$$

$$\Delta H_{333} = (33.6402 + 33.7191 + 44.2666 + 75.5565) - (110.68 + 50.075)$$

$$(333-298) \text{ K}$$

$$\Delta H_{333} = 924.9590 \text{ J/mol}$$

$$\Delta H = \Delta H_r^\circ - \Delta H_{333}$$

$$\Delta H = -150802.511 - (0.924959) \text{ (kJ/mol)}$$

$$\Delta H = -150803.436 \text{ kJ/mol}$$

- Konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar

$$\Delta G_f^\circ = -R T \ln K$$

Dimana :

$$\Delta G_f^\circ = \text{energi Gibbs pada keadaan standar (T = 298 K dan P = 1 atm) (J/mol)}$$

$$\Delta H_r^\circ = \text{Panas reaksi (J/mol)}$$

$$K = \text{Konstanta kesetimbangan}$$

$$T = \text{Suhu standar}$$

$$R = \text{tetapan gas ideal (8.314 J/mol.K)}$$

Sehingga ΔG_f° dari reaksi tersebut adalah :

$$\begin{aligned} \Delta G_f^\circ &= \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Delta G_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= (3. \Delta G_f \text{ NaNO}_3 + \Delta G \text{ NOCl} + \Delta G \text{ Cl}_2 + 2. \Delta G \text{ H}_2\text{O}) - \\ &\quad (3. \Delta G \text{ NaCl} + 4. \Delta G \text{ HNO}_3) \\ &= [3(-366610.8787) + 67364.0168 + 0 + 2(-237196.2343)] - \end{aligned}$$

$$[3(-384493.7238) + 4(-73514.6444)]$$

$$= -59321.342 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G_f^\circ = -R T \ln K$$

$$\begin{aligned} \ln K_{298} &= -\frac{\Delta G_f}{R.T} \\ &= \frac{-59321.342 \text{ J/mol}}{8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot \text{K} \cdot 298 \text{ K}} \end{aligned}$$

$$\ln K_{298} = 23.9433$$

$$K_{298} = 2.5 \cdot 10^{10}$$

- Konstanta Kesetimbangan (K) pada $T = 60^\circ\text{C} = 333 \text{ K}$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H_r}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

dimana :

K_1 = konstanta kesetimbangan pada 298 K

K_2 = konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

T_1 = suhu standar (298 K)

T_2 = suhu operasi (333 K)

R = tetapan gas ideal (8.314 J/mol.K)

ΔH_r° = panas reaksi standar pada 298 K

Maka :

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{-150802.511 \text{ J/mol}}{8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot \text{K}} \left(\frac{1}{333 \text{ K}} - \frac{1}{298 \text{ K}} \right)$$

$$\ln \frac{K_2}{2.5 \cdot 10^{-10}} = -6.3974$$

$$\frac{K_2}{948.3227} = 1.6659 \cdot 10^{-3}$$

$$K_2 = 4.1645 \times 10^4$$

Dari perhitungan konstanta kesetimbangan pada suhu reaksi, didapatkan konstanta kesetimbangan reaksi yang relative besar, sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi akan berlangsung searah yaitu ke kanan (*irreversible*).

d. Tinjauan Kinetika Reaksi

Dari segi kinetika reaksi dapat diperoleh beberapa langkah berikut,

Reaksi orde 2



Mula C_{A0} $1,3 C_{A0}$

Rx $X_A \cdot C_{A0}$ $4/3 \cdot X_A \cdot C_{A0}$ $X_A \cdot C_{A0}$ $1/3 \cdot X_A \cdot C_{A0}$ $1/3 \cdot X_A \cdot C_{A0}$ $2/3 \cdot X_A \cdot C_{A0}$

Sisa $C_{A0} \cdot (1 - X_A)$ $4/3 \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A)$ $X_A \cdot C_{A0}$ $1/3 \cdot X_A \cdot C_{A0}$ $1/3 \cdot X_A \cdot C_{A0}$ $2/3 \cdot X_A \cdot C_{A0}$

Persamaan kecepatan reaksi :

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

Dimana :

$$C_A = \frac{n_A}{v} = \frac{n_{A0}(1-x_A)}{v} = C_{A0}(1-x_A)$$

$$C_B = \frac{n_B}{v} = \frac{n_{B0} - n_{A0} \cdot x_A}{v} = C_{B0} - (C_{A0} \cdot x_A)$$

Sehingga :

$$(-r_A) = k C_{A0}(1-x_A)(C_{B0} - C_{A0} \cdot x_A)$$

Keterangan :

$$(-r_A) = \text{kecepatan reaksi zat A (NaCl)}$$

k = konstanta kecepatan reaksi (L/mol.jam)

C_A = konsentrasi NaCl pada waktu ke t (mol/L)

C_B = konsentrasi HNO_3 pada waktu ke t (mol/L)

C_{A0} = konsentrasi NaCl mula-mula (mol/L)

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

X_A = konversi terhadap NaCl

Dari beberapa literatur diperoleh data-data sebagai berikut :

$C_{A0} : C_{B0} = 1 : 1,3$

Konversi (X_A) = 95%

$k = 0,0690$ L/mol.jam

BAB II

SPEKIFIKASI BAHAN

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

a. Natrium Klorida

| | |
|-----------|-----------------------------|
| Wujud | : Kristal Padat |
| Warna | : putih |
| NaCl | : 98 % berat |
| Impuritas | : Calcium maksimal 600 ppm |
| | Magnesium maksimal 400 ppm |
| | <i>Moisture</i> maksimal 3% |

(www.cheetamgaramindonesia.com)

b. Asam Nitrat

| | |
|-------------------------|----------------------------------|
| Wujud | : Cairan Jernih |
| Warna | : Kecoklatan |
| HNO ₃ | : 58 - 60 % berat |
| Air | : 32 – 40 % berat |
| <i>Specific gravity</i> | : 1.34 – 1.35 g/ml |
| Impuritas | : NO ₂ maksimal 0.01% |

(www.mnk.co.id)

2.2 Spesifikasi Produk Utama

a. Natrium Nitrat

| | |
|-----------------------|---|
| Wujud | : Kristal padat |
| Warna | : putih |
| NaNO ₃ | : Minimal 99.215 % berat |
| Impuritas | : NaCl maksimal 0.179 % berat H ₂ O maksimal 0.606% berat |
| Kelarutan dalam air | : Maksimal 0.040 % |
| Ketahanan teroksidasi | : Maksimal 0.015 % |

(Perry, 1997)

2.3 Spesifikasi Produk Samping

a. Chlorine

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Wujud | : Gas |
| Warna | : Kuning Kehijauan |
| <i>Specific gravity</i> | : 1.56 g/ml |

b. Nitrosyl chloride

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Wujud | : Gas |
| Warna | : Merah kekuningan |
| <i>Specific gravity</i> | : 1.417 g/ml |

BAB III

DESKRIPSI PROSES

3.1 Langkah proses

Pada proses pembuatan natrium nitrat dari bahan baku natrium klorida dan asam nitrat, secara garis besar dapat dibagi dalam empat tahap, yaitu :

1. Tahap penyimpanan bahan baku
2. Tahap penyiapan bahan baku
3. Tahap pembentukan produk
4. Tahap pemisahan dan pemurnian produk

3.1.1 Tahap penyimpanan bahan baku

Bahan baku asam nitrat (HNO_3) disimpan pada fase cair pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dalam tangki penyimpanan (F-111). Sedangkan natrium klorida (NaCl) disimpan dalam fase padat pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm pada gudang penyimpanan bahan baku (F-122).

Bahan baku asam nitrat (HNO_3) diperoleh dengan kemurnian berkisar antara 58% berat, sedangkan bahan baku natrium klorida (NaCl) diperoleh dengan kemurnian 98% berat.

3.1.2 Tahap Penyiapan bahan baku

Tahap ini bertujuan untuk menyiapkan bahan baku asam nitrat dan natrium klorida sebelum masuk ke dalam proses yang terjadi di dalam reaktor (R-210). Bahan baku NaCl dari gudang penyimpanan

bahan baku (F-122) diangkut menggunakan *bucket elevator* (J-121) menuju *mixer* (M-120), didalam M-120, NaCl dilarutkan dengan air dari *recycle* dan *make up water*. Hasil keluar dari *mixer* kemudian selanjutnya diumpankan kedalam R-210 menggunakan pompa (L-211).

Bahan baku HNO₃ yang disimpan dalam F-111 pada suhu 30^oC dan tekanan 1 atm dalam fase cair dipompakan menuju reaktor dengan pompa (L-212) untuk direaksikan dengan larutan NaCl dari *mixer*.

3.1.3 Tahap Pembentukan Produk

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah :



Larutan NaCl dari *mixer* kemudian dialirkan menuju reaktor. Perbandingan mol umpan larutan HNO₃ terhadap NaCl adalah 1,3 : 1 dengan konversi total sebesar 95% terhadap NaCl (U.S.Patent 2215450. 1940). Reaktor yang digunakan adalah jenis reaktor RATB (Reaktor alir tangki berpengaduk). Reaktor beroperasi secara isothermal pada suhu 60^oC dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis, panas reaksi ini digunakan sebagai *pre heater* untuk memanaskan bahan baku supaya masuk ke dalam reaktor pada suhu optimum reaksi. Untuk mendinginkan panas reaksi sisa dari pemanasan *pre heater* maka reaktor diperlukan pendingin. Pada prarancangan pabrik ini pendingin yang digunakan adalah koil dengan media air pendingin dengan suhu masuk

27°C. Produk yang keluar dari reaktor adalah larutan NaNO_3 , air, sisa NaCl , sisa HNO_3 , serta gas NOCl dan gas Cl_2 . Sementara itu, produk samping yang berupa gas akan dijual ke pabrik lain.

3.1.4 Tahap pemisahan dan pemurnian produk

Pada tahap ini bertujuan untuk memisahkan NaNO_3 dari air dan sisa reaktan lainnya sehingga diperoleh produk dalam bentuk kristal. Selain itu, tahap ini juga bertujuan untuk memisahkan gas NOCl dan Cl_2 sebagai produk samping. Ada beberapa tahap untuk pemisahan produk, yaitu :

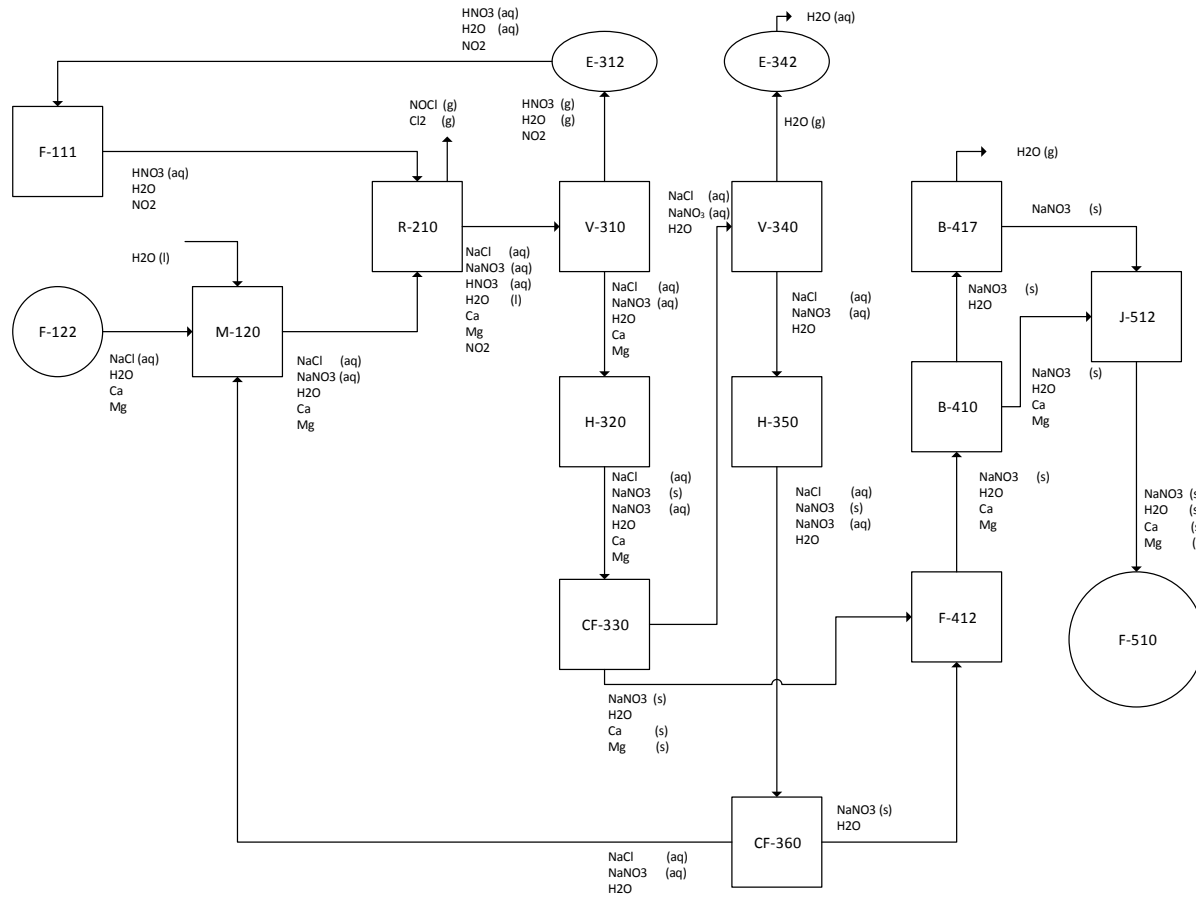
- Memekatkan dan memisahkan larutan produk keluaran reaktor berupa HNO_3 dan air. Proses pemisahan ini dilakukan didalam evaporator. Larutan dari hasil reaksi didalam reaktor tercapai konversi sebesar 95% terhadap NaCl dan selanjutnya diumpankan ke evaporator (V-310) untuk menguapkan sebagian kandungan air dan sisa HNO_3 dengan cara dipanaskan menggunakan steam, uap HNO_3 dan air di kondensasikan menggunakan kondensor (E-312) dan dikembalikan ke F-111.
- Memisahkan produk NaNO_3 dari produk samping berupa NaCl , HNO_3 , dan juga air serta membuat produk NaNO_3 dalam wujud kristal menggunakan *crystalizer* (H-320). Larutan pekat hasil keluaran evaporator selanjutnya dialirkan menuju H-320 yang

beroperasi pada tekanan 1 atm dan suhu 20°C. Prinsip kristalisasi yang digunakan adalah kristalisasi bertingkat, dimana proses kristalisasi tidak dilakukan pada suhu pengkristalan produk. Sebelum masuk ke H-320, larutan didinginkan terlebih dahulu menggunakan *Cooler* (E-321) sampai suhu 30°C. Didalam H-320 suhu larutan umpan diturunkan menggunakan air pendingin sehingga nucleus-nukleus kristal dapat terbentuk. Produk keluar dari *crystalizer* berbentuk *slurry* berupa kristal yang terdiri dari bibit kristal dan *mother liquor*, yang selanjutnya dipisahkan di dalam *centrifuge* (CF-330).

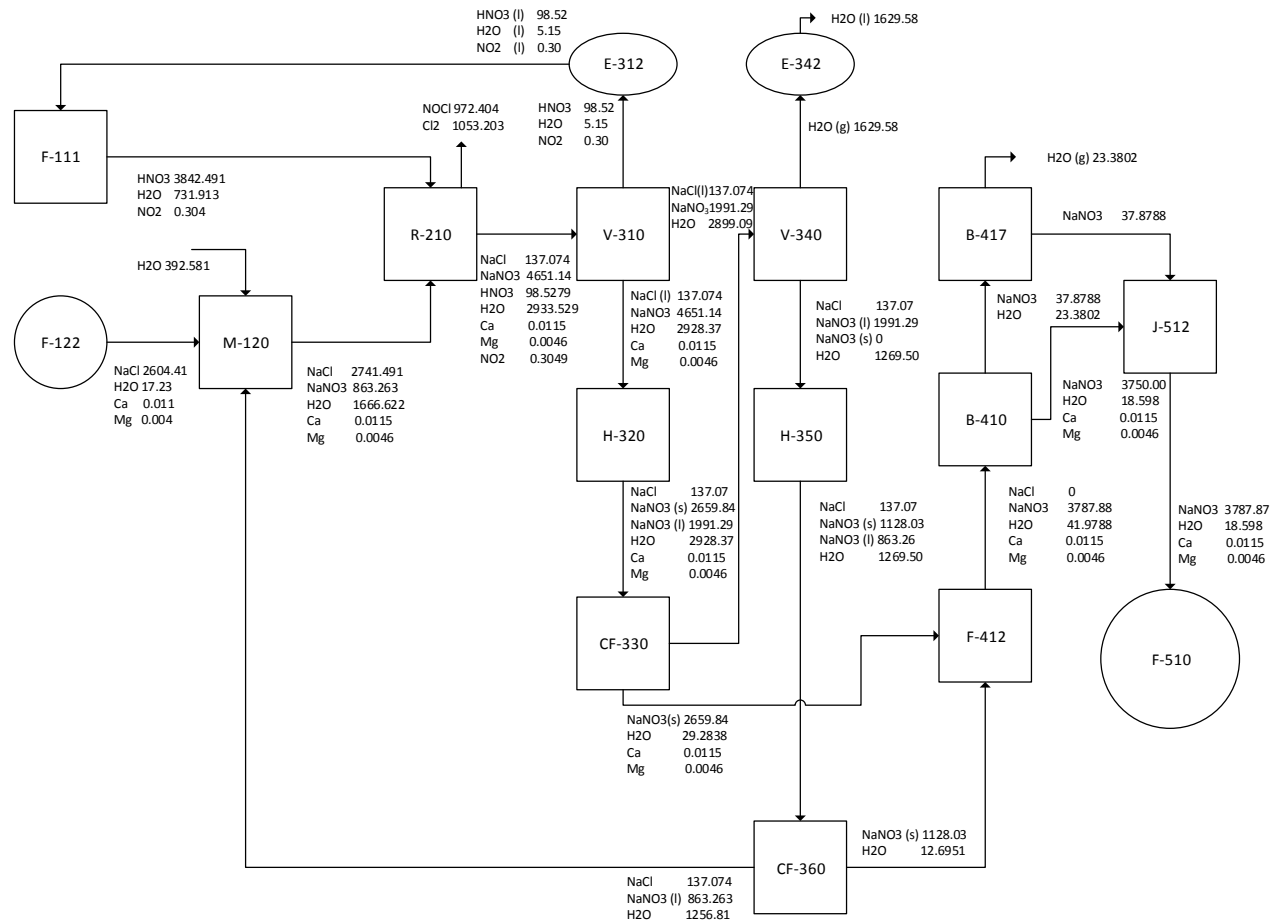
- Memisahkan *mother liquor* dan bibit kristal NaNO₃, sehingga diperoleh produk dalam bentuk kristal. Pemisahan ini dilakukan di dalam *centrifuge* (CF-330). *Centrifuge* mempunyai dua aliran produk keluar, yang pertama adalah kristal yang akan diumpangkan ke tangki akumulator (F-412) sebelum masuk ke *rotary dryer* (B-410) dan yang kedua adalah *mother liquor* yang akan diumpangkan kembali ke evaporator 2 (V-340) untuk dilakukan proses kristalisasi lanjutan. Dari proses kristalisasi lanjutan ini, kristal hasil kristalisasi dipisahkan menggunakan *centrifuge 2* (CF-360) kemudian kristal diumpangkan menuju F-412 menggunakan *bucket elevator* (J-413) dan *mother liquor* akan di kembalikan ke M-120. Kristal yang

terakumulasi dalam F-412 akan dikeringkan di dalam *rotary dryer* dengan menggunakan udara panas untuk menguapkan kandungan air nya sehingga akan diperoleh produk kristal NaNO_3 yang selanjutnya akan disimpan dalam silo penyimpanan produk (F-510). Padatan yang terbawa udara panas akan ditangkap oleh *cyclone* (B-417) dan akan diumpankan ke *Cooling Conveyor* (J-512) untuk menurunkan suhunya sebelum disimpan dalam F-510.

3.2 Diagram alir proses



Gambar 6. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 7. Diagram Alir Kuantitatif

BAB IV**NERACA MASSA DAN NERACA PANAS****4.1 Neraca Massa**

Kapasitas produk per tahun = 30000 ton / tahun

Waktu operasi satu tahun = 330 hari

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas NaNO}_3 &= 30000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 3787,8788 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Kemurnian sodium nitrat = 99,5%

Komposisi produk = Sodium nitrat = 3787,8788 kg/jam

Air = 18,5986 kg/jam

Ca = 0.0115 kg/jam

Mg = 0,0046 kg/jam

Komposisi umpan = 1. HNO₃ (aq)

HNO₃ 60% = 3842,5913 kg/jam

Air 39,99% = 731,9133 kg/jam

NO₂ 0,01% = 0,3049 kg/jam

2. NaCl (s)

NaCl 98% = 2604.4173 kg/jam

$$\text{Air 2\%} = 17.2306 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Ca} = 0.0115 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Mg} = 0,0046 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Umpan basis} = 100 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{Produk Basis} = 2307,1083 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Produk Sebenarnya} = 3787,8788 \text{ kg/jam}$$

Faktor koreksi

$$= \frac{\text{produk sebenarnya}}{\text{produk basis}}$$

$$= \frac{3787,8788}{2307,1083} = 1,2676$$

MIXER (M-120)

Fungsi = Melarutkan NaCl dengan air dari *recycle* dan *make up water*

Tabel 9. Neraca massa disekitar M-120 adalah :

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | | Keluar (kg/jam) |
|-------------------|----------------|-----------|----------|-----------------|
| | Arus 1 | Arus 13 | Arus 3 | Arus 4 |
| NaCl | 2604,4173 | 137,0745 | | 2741,4919 |
| NaNO ₃ | | 863,2636 | | 863,2636 |
| H ₂ O | 17,2306 | 1256,8102 | 392,5817 | 1666,6227 |
| Ca | 0,0115 | | | 0,0115 |
| Mg | 0,0046 | | | 0,0046 |
| Subtotal | 2621,6641 | 2257,1484 | 392,5817 | 5271,3944 |
| Total | | 5271,3944 | | 5271,3944 |

REAKTOR (R-210)

Fungsi = Mereaksikan HNO₃ dan NaCl menjadi NaNO₃

Tabel 10. Neraca massa disekitar R-210 adalah :

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | Keluar (kg/jam) | |
|-------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Arus 2 | Arus 4 | Arus 16 | Arus 5 |
| NaCl | | 2741,4919 | | 137,0745 |
| NaNO ₃ | | 863,2636 | | 4651,142 |
| HNO ₃ | 3842,5913 | | | 98,5279 |
| H ₂ O | 731,9133 | 1666,6227 | | 2933,5295 |
| Ca | | 0,0115 | | 0,0115 |
| Mg | | 0,0046 | | 0,0046 |
| NO ₂ | 0,3049 | | | 0,3049 |
| Cl ₂ | | | 1053,2034 | |
| NOCl | | | 972,4049 | |
| Subtotal | 4574,8096 | 5271,3944 | 2025,6084 | 7820,5957 |
| Total | | 9846,2041 | | 9846,2041 |

EVAPORATOR (V-310)

Tugas = Menguapkan HNO₃, Air dan NO₂

Tabel 11. Neraca massa sekitar V-310

| Komponen | Masuk (kg/jam) | Keluar (kg/jam) | |
|-------------------|----------------|-----------------|-----------|
| | Arus 5 | Arus 6 | Arus 17 |
| NaCl | 137,0745 | 137,0745 | |
| NaNO ₃ | 4651,1424 | 4651,1424 | |
| HNO ₃ | 98,5279 | | 98,5280 |
| Ca | 0,0115 | 0,0115 | |
| Mg | 0,0046 | 0,0046 | |
| NO ₂ | | | 0,3050 |
| H ₂ O | 2928,3765 | 2928,3765 | 5,1531 |
| Subtotal | 7820,5957 | 7716,6907 | 103,9860 |
| Total | 7820,5957 | | 7820,5957 |

KRISTALIZER (H-320)

Tugas = Mengkristalkan Sodium Nitrat

Tabel 12. Neraca massa sekitar H-320

| Komponen | Masuk (kg/jam) | Keluar (kg/jam) |
|-----------------------|----------------|-----------------|
| | Arus 6 | Arus 7 |
| NaCl (l) | 137,0745 | 137,0745 |
| NaNO ₃ (l) | 4651,1424 | 1991,2960 |
| NaNO ₃ (s) | | 2659,8463 |
| H ₂ O | 2928,3765 | 2928,3765 |
| Ca | 0,0115 | 0,0115 |
| Mg | 0,0046 | 0,0046 |
| Subtotal | 7716,6097 | 7716,6097 |
| Total | 7716,6097 | 7716,6097 |

CENTRIFUGE (CF-330)

Fungsi = Memisahkan padatan dengan *mother liquor*

Tabel 13. Neraca massa sekitar CF-330

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | Keluar (kg/jam) | |
|-----------------------|----------------|--------|-----------------|-----------|
| | Arus 7 | Arus 8 | Arus 8 | Arus 19 |
| NaCl (l) | 137,0745 | | 137,0745 | |
| NaNO ₃ (l) | 1991,2960 | | 1991,2960 | |
| NaNO ₃ (s) | 2659,8463 | | | 2659,8463 |
| H ₂ O | 2928,3765 | | 2899,0927 | 29,2838 |
| Ca | 0,0115 | | | 0,0115 |
| Mg | 0,0046 | | | 0,0046 |
| Subtotal | 7716,6097 | | 5027,4634 | 2689,1463 |
| Total | 7716,6097 | | | 7716,6097 |

EVAPORATOR (V-340)

Tugas = Menguapkan sebagian air.

Tabel 14. Neraca massa sekitar V-340

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | Keluar (kg/jam) | |
|-----------------------|----------------|--------|-----------------|-----------|
| | Arus 8 | Arus 9 | Arus 9 | Arus 20 |
| NaCl (l) | 137,0745 | | 137,0745 | |
| NaNO ₃ (l) | 1991,2960 | | 1991,2960 | |
| NaNO ₃ (s) | | | | |
| H ₂ O | 2899,0927 | | 1269,5053 | 1629,5874 |
| Subtotal | 5027,4634 | | 3397,8760 | 1629,5874 |
| Total | 5027,4634 | | | 5027,4634 |

KRISTALIZER (H-350)

Tugas = Mengkristalkan Sodium Nitrat

Tabel 15. Neraca massa sekitar H-350

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | Keluar (kg/jam) | |
|-----------------------|----------------|---------|-----------------|-----------|
| | Arus 9 | Arus 10 | Arus 9 | Arus 10 |
| NaCl (l) | 137,0745 | | 137,0745 | |
| NaNO ₃ (l) | 1991,2960 | | 863,2636 | |
| NaNO ₃ (s) | | | | 1128,0320 |
| H ₂ O | 1269,5053 | | 1269,5053 | |
| Subtotal | 3397,8760 | | 3397,8760 | |
| Total | 3397,8760 | | | 3397,8760 |

CENTRIFUGE (CF-360)

Fungsi = Memisahkan padatan dengan *mother liquor*

Tabel 16. Neraca massa sekitar CF-360

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | Keluar (kg/jam) | |
|-----------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Arus 10 | Arus 22 | Arus 11 | |
| NaCl (l) | 137,0745 | 137,0745 | | |
| NaNO ₃ (l) | 863,2636 | 863,2636 | | |
| NaNO ₃ (s) | 1128,0320 | | | 1128,0320 |
| H ₂ O | 1269,5053 | 1256,8103 | | 12,6951 |
| Subtotal | 3397,8760 | 2257,1480 | | 1140,7270 |
| Total | 3397,8760 | | | 3397,8760 |

AKUMULATOR (F-412)

Fungsi = Mengakumulasi kristal hasil kristalisasi dari pemisahan centrifuge

Tabel 17. Neraca massa sekitar F-412

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | Keluar (kg/jam) | |
|-----------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Arus 11 | Arus 19 | Arus 12 | |
| NaNO ₃ (s) | 1128,0320 | 2659,8463 | | 3787,8788 |
| H ₂ O | 12,6951 | 29,2838 | | 41,9788 |
| Ca | | 0,0115 | | 0,0115 |
| Mg | | 0,0046 | | 0,0046 |
| Subtotal | 1140,7270 | 2689,1463 | | 3829,8737 |
| Total | | 3829,8737 | | 3829,8737 |

ROTARY DRYER (B-410)

Fungsi = Mengeringkan padatan dengan udara panas

Tabel 18. Neraca Massa sekitar B-410

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | Keluar (kg/jam) | |
|-----------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Arus 12 | Arus 13 | Arus 14 | |
| NaNO ₃ (s) | 3787,8788 | 3750,0000 | | 37,8788 |
| H ₂ O | 41,9788 | 18,5986 | | 23,3802 |
| Ca | 0,0115 | 0,0115 | | |
| Mg | 0,0046 | 0,0046 | | |
| Subtotal | 3829,8737 | 3786,6147 | | 61,2589 |
| Total | 3829,8737 | | | 3829,8737 |

CYCLONE (B-417)

Fungsi = Menangkap padatan yang terbawa keluar oleh udara panas

Tabel 19. Neraca massa sekitar B-417

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | Keluar (kg/jam) | |
|-----------------------|----------------|---------|-----------------|---------|
| | Arus 14 | Arus 23 | Arus 24 | Arus 24 |
| NaNO ₃ (s) | 37,8788 | | | 37,8788 |
| H ₂ O | 23,3802 | 23,3802 | | |
| Subtotal | 61,2589 | 23,3802 | | 37,8788 |
| Total | 61,2589 | | | 61,2589 |

COOLING CONVEYOR (J-512)

Fungsi = Mendinginkan produk sebelum masuk ke silo penyimpanan

Tabel 20. Neraca Massa sekitar J-512

| Komponen | Masuk (kg/jam) | | Keluar (kg/jam) | |
|-----------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Arus 13 | Arus 24 | Arus 15 | Arus 15 |
| NaNO ₃ (s) | 3750,0000 | 37,8788 | | 3787,8788 |
| H ₂ O | 18,5986 | | | 18,5986 |
| Ca | 0,0115 | | | 0,0115 |
| Mg | 0,0046 | | | 0,0046 |
| Subtotal | 3786,6147 | 37,8788 | | 3806,4935 |
| Total | | 3806,4935 | | 3806,4935 |

4.2 Neraca Panas

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Suhu referensi : 298 K

Satuan Panas (energi) : KJ

Satuan Cp : J/mol K

Tekanan : atm

Kapasitas panas bahan dipengaruhi suhu, $C_p = f(T)$ mengikuti persamaan :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

Dalam bentuk integral:

$$\int C_p dT = A(T - 298) + \frac{B}{2}(T^2 - 298^2) + \frac{C}{3}(T^3 - 298^3) + \frac{D}{4}(T^4 - 298^4) + \frac{E}{5}(T^5 - 298^5)$$

Keterangan:

C_p = Kapasitas panas (J/kmol K)

A,B,C,D,E = Koefisien regresi komponen

Data-data konstanta kapasitas panas masing-masing komponen dalam berbagai wujud:

Tabel 21. Konstanta kapasitas panas

| Komponen | A | B | C | D | E |
|---------------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|
| NaCl _(s) | 41,293 | 0,0336 | -0,0000139 | | |
| NaCl _(aq) | 95,016 | -0,031081 | 9,6769E-07 | 5,5E-09 | |
| HNO _{3 (aq)} | 214,478 | -0,76762 | 0,001497 | -3,E-07 | |
| HNO _{3 (g)} | 19,755 | 0,12415 | -6,11E-05 | -1,2E-08 | 1,110E-11 |
| NaNO _{3 (s)} | 55,756 | 0,0251 | 1,334E-05 | | |
| NaNO _{3 (l)} | 124,856 | -5,214E-03 | -1,28E-06 | 2,3E-08 | |
| H ₂ O _(l) | 92,053 | -0,039953 | -2,1103E-4 | -5,3468E-7 | |
| H ₂ O _(g) | 33,933 | -8,4186E-7 | -2,9906E-5 | -1,7825E-8 | 3,6934E-12 |
| Ca _(l) | 57,358 | -3,659E-02 | 1,7589E-05 | -2,2E-09 | |
| Mg _(l) | 71,613 | -0,06249 | 1,6395E-05 | 6,8E-09 | |
| NO _{2 (g)} | 32,791 | -7,429E-04 | 8,1722E-05 | -8,3E-08 | 2,442E-11 |

(Yaws,1999)

NaNO₃ diambil dari Perry 7^{ed} $4,56 + 0,058T$, dengan T=Temperature (K)

Tabel 22. Data kapasitas panas masing masing komponen

| Komponen | Cp (J/mol), 298,15 K | Cp (J/mol), 293,15 K | Cp (J/mol), 299,02 K | Cp (J/mol), 303,15 K | Cp (J/mol), 333,15 K | Cp (J/mol), 373,15 K | Cp (J/mol), 393,15 K | Cp (J/mol), 333,17 K | Cp (J/mol), 358,15 K | Cp (J/mol), 343,15 K |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| NaCl (s) | 13682 | 13432 | 13725 | 13933 | 15450,0549 | 17506,9928 | 18549,5089 | 15451,2612 | 13932,8094 | 15960,7081 |
| NaCl (aq) | 26967 | 26536,74 | 27042,0135 | 27397 | 29958,6579 | 33334,8212 | 35006,0139 | 29960,6699 | 32074,0684 | 30806,9556 |
| HNO ₃ (aq) | 42456 | 41902,731 | 42552,0937 | 43009 | 46373,1776 | 51049,6503 | 53512,3763 | 46375,8700 | 49262,1712 | 47517,0203 |
| HNO ₃ (g) | 10849 | 13432,058 | 10893,6872 | 11106 | 12689,0423 | 14912,9953 | 16070,9203 | 12690,3213 | 14064,3664 | 13233,2145 |
| NaNO ₃ (s) | 17261 | 16949,102 | 17315,2925 | 17573 | 19466,1421 | 22037,5637 | 23344,2012 | 19467,6481 | 21066,7994 | 20103,8325 |
| NaNO ₃ (l) | 37028 | 36409,399 | 37136,4077 | 37647 | 41361,7914 | 46316,8125 | 48796,2229 | 41364,7273 | 44458,1908 | 42600,1903 |
| H ₂ O(l) | 24858 | 24480 | 24923,6689 | 25235 | 27489,7654 | 30495,1023 | 32009,9235 | 27491,5417 | 29365,9277 | 28239,8880 |
| H ₂ O (g) | -3E+05 | -319767,5 | -346771,758 | -366736 | -538476,452 | -852420,286 | -709896,288 | -538631,881 | -722056,152 | -607136,561 |
| Ca (l) | 15626 | 15385,78 | 15667,7064 | 15865 | 17288,1157 | 19149,4860 | 20065,4213 | 17289,2295 | 18456,1480 | 17757,2218 |
| Mg (l) | 18732 | 18458,352 | 18779,7156 | 19005 | 20612,8836 | 22688,5462 | 23697,7425 | 20614,1354 | 21919,2255 | 21139,0768 |
| NO ₂ (g) | 10313 | 10124,586 | 10346,4010 | 10503 | 11655,1737 | 13233,2600 | 14040,6343 | 11656,0936 | 12635,7956 | 12045,1682 |

Data-data diatas dan neraca massa aktual yang telah dihitung kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan neraca panas dalam bentuk tabel-tabel yang dibuat seperti dibawah ini:

MIXER (M-120)

Fungsi = Melarutkan NaCl dengan penambahan *mother liquor* dan *make up water*

Tabel 23. Neraca panas sekitar M-120

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | | Keluar (kJ/jam) | |
|-------------------|----------------|------------|-----------------|------------|
| | Arus 1 | Arus 3 | Arus 22 | Arus 4 |
| NaCl | 11170,3400 | | 1298,998 | 3517,9 |
| NaNO ₃ | | | 6285,877 | 1096,8 |
| H ₂ O | 360,8923 | 8227,0873 | 26323,55 | 6094,8 |
| Ca | 0,0335 | | | 0,012 |
| Mg | 0,0238 | | | 0,009 |
| Panas Keluar | | | | 42957 |
| Sub Total | 11531,2898 | 8227,0873 | 33908,4281 | 10710 |
| Total | | 53666,8053 | | 53666,8053 |

REAKTOR R-210

Fungsi = Mereaksikan NaCl dengan HNO₃ menjadi NaNO₃

Tabel 24. Neraca panas sekitar R-210

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | | Keluar (kJ/jam) | |
|-------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | Arus 4 | Arus 2 | Arus 16 | Arus 5 |
| NaCl | 140317,8754 | | | 7015,8937 |
| HNO ₃ | | 238875,2527 | | 6125,0064 |
| NaNO ₃ | 44004,9580 | | | 237092,49 |
| H ₂ O | 243558,092 | 106960,8716 | | 428702,223 |
| Ca | 0,4773 | | | 0,4773 |
| Mg | 0,3600 | | | 0,3600 |
| NO ₂ | | 51,8040 | | 51,8040 |
| Cl ₂ | | | 17660,2452 | |
| NOCl | | | 10937,8219 | |
| Panas reaksi | | | 1579420,445 | |
| P.pre heater | 751525,5125 | | | |
| B.Pendingin | 772649,3919 | | | |
| Sub Total | 427881,7629 | 345887,9283 | 39535,8891 | 678988,261 |
| Total | | 2297944,596 | | 2297944,596 |

EVAPORATOR V-310

Tugas = Menguapkan HNO_3 , H_2O , dan NO_2

Tabel 25. Neraca panas sekitar V-310

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | | Keluar (kJ/jam) | |
|----------------------|----------------|------------|-----------------|------------|
| | Arus 5 | Arus 6 | Arus 6 | Arus 17 |
| NaCl | 7020,6125 | 14933,537 | | |
| HNO_3 | 6129,2158 | | | 13436,537 |
| NaNO_3 | 237252,92 | 508916 | | |
| H_2O | 428991,56 | 916608,7 | | 1624,6078 |
| Ca | 0,4776 | 1,0118 | | |
| Mg | 0,3603 | 0,7574 | | |
| NO_2 | 51,8398 | | | 113,43374 |
| Beban Pemanas | 802018,53 | | | |
| Q loss | | | | 40100,926 |
| Subtotal | 679447,00 | 197543,017 | | 1624,6078 |
| Total | 14814655,5 | | | 14814655,5 |

KONDENSOR (E-312)

Fungsi = Mengkondensasikan HNO_3 , dan H_2O untuk di *recycle* ke tangki

Tabel 26. Neraca panas sekitar E-312

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | | Keluar (kJ/jam) | |
|----------------------|----------------|----------|-----------------|---------|
| | Arus 17 | Arus 18 | Arus 17 | Arus 18 |
| HNO_3 | 13436,39 | 9725,55 | | |
| H_2O | 1612,95 | 1182,41 | | |
| NO_2 | 113,43 | 82,32 | | |
| Subtotal | 15162,78 | 10990,28 | | |
| Beban Pendingin | | | | 4172,50 |
| Total | 15162,78 | 15162,78 | | |

COOLER (E-321)

Fungsi = Menurunkan suhu larutan sampai 30°C

Tabel 27. Neraca panas sekitar E-321

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) |
|-------------------|----------------|-----------------|
| NaCl | 6218,2598 | 1007,3489 |
| NaNO ₃ | 209992,56 | 33867,417 |
| H ₂ O | 379153,41 | 61334,058 |
| Ca | | 0,0687 |
| Mg | | 0,0521 |
| Subtotal | 595365,1718 | 96208,945 |
| Beban Pendingin | | 499156,226 |
| Total | 595365,1718 | 595365,1718 |

KRISTALIZER (H-320)

Fungsi = Mengkristalkan sodium nitrat

Tabel 28. Neraca panas sekitar H-320

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) |
|------------------------|----------------|-----------------|
| | Arus 6 | Arus 7 |
| NaCl _(aq) | 1007,3489 | -1009,0511 |
| NaNO _{3 (aq)} | 33867,417 | -14499,567 |
| NaNO _{3 (s)} | | -9753,1159 |
| H ₂ O | 61334,058 | -61430,501 |
| Ca | 0,0687 | -0,0338 |
| Mg | 0,0521 | -0,0237 |
| Panas Kristalisasi | -661546,12 | |
| Subtotal | -565337,17 | -86692,294 |
| Beban Pendingin | | -478644,88 |
| Total | -565337,17 | -565337,17 |

CENTRIFUGE (CF-330)

Fungsi = Memisahkan padatan dengan *mother liquor*

Tabel 29. Neraca panas sekitar CF-330

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) | |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|------------|
| | Arus 7 | Arus 8 | Arus 19 |
| NaCl _(aq) | 1007,3489 | 1007,3489 | |
| NaNO ₃ _(aq) | 14499,675 | 14499,675 | |
| NaNO ₃ _(s) | 9778,9717 | | 9778,9717 |
| H ₂ O | 61334,058 | 60720,718 | 613,34059 |
| Ca | 0,0687 | | 0,0687 |
| Mg | 0,0521 | | 0,0521 |
| Subtotal | 86620,1752 | 16120,365 | 70499,8107 |
| Total | 86620,1752 | | 86620,1752 |

EVAPORATOR (V-340)

Fungsi = Menguapkan sebagian H₂O

Tabel 30. Neraca panas sekitar V-340

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) | |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|------------|
| | Arus 8 | Arus 9 | Arus 20 |
| NaCl _(aq) | 1007,3489 | 14933,537 | |
| NaNO ₃ _(aq) | 14499,675 | 217574,22 | 513761,45 |
| H ₂ O | 60720,718 | 397366,80 | |
| Subtotal | 76227,741 | 629874,56 | 513761,45 |
| Q pemanas | 1123587,6 | | |
| Q loss | | | 56179,3831 |
| Total | 1199815,40 | | 1199815,40 |

KONDENSOR (E-342)

Fungsi = Mengkondensasikan H₂O

Tabel 31. Neraca panas sekitar E-342

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) |
|------------------|----------------|-----------------|
| | Arus 20 | Arus 21 |
| H ₂ O | 510075,81 | 373922,49 |
| Subtotal | 510075,81 | 373922,49 |
| Beban Pendingin | | 136153,32 |
| Total | 510075,81 | 510075,81 |

COOLER E-351

Fungsi = Menurunkan suhu larutan sampai 30°C

Tabel 32. Neraca panas sekitar E-351

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) |
|-------------------|----------------|-----------------|
| NaCl | 6228,6187 | 1007,3489 |
| NaNO ₃ | 90054,803 | 14499,675 |
| H ₂ O | 164644,58 | 26589,447 |
| Subtotal | 260928,00 | 42096,471 |
| Beban Pendingin | | 218831,53 |
| Total | 260928,00 | 260928,00 |

KRISTALIZER (H-350)

Fungsi = Mengkristalkan sodium nitrat

Tabel 33. Neraca panas sekitar H-350

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) |
|-----------------------|----------------|-----------------|
| | Arus 9 | Arus 10 |
| NaCl _(aq) | 1007,3489 | -1009,0511 |
| NaNO _{3(aq)} | 14499,675 | -6285,8304 |
| NaNO _{3(s)} | | -4136,2655 |
| H ₂ O | 26589,447 | -26631,257 |
| Panas Kristalisasi | -280559,61 | |
| Subtotal | -238463,14 | -38062,404 |
| Beban Pendingin | | -200400,74 |
| Total | -238463,14 | -238463,14 |

CENTRIFUGE (CF-360)

Fungsi = Memisahkan padatan dengan *mother liquor*

Tabel 34. Neraca panas sekitar CF-360

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) | |
|-----------------------|----------------|-----------------|-----------|
| | Arus 10 | Arus 11 | Arus 22 |
| NaCl _(aq) | 1007,3489 | | 1007,3489 |
| NaNO _{3(aq)} | 6285,8769 | | 6285,8769 |
| NaNO _{3(s)} | 4147,2309 | 4147,2309 | |
| H ₂ O | 26589,447 | 265,89447 | 26323,553 |
| Subtotal | 38029,904 | 4413,1254 | 33616,779 |
| Total | 38029,904 | | 38029,904 |

AKUMULATOR (F-412)

Fungsi = Mengakumulasi arus keluar Centrifuge sebelum masuk ke Rotary Dryer

Tabel 35. Neraca panas sekitar F-412

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | | Keluar (kJ/jam) |
|-----------------------|----------------|-----------|-----------------|
| | Arus 11 | Arus 19 | Arus 12 |
| NaNO ₃ (s) | 9778,9717 | 4147,2309 | 13926,2027 |
| H ₂ O | 613,34059 | 265,89447 | 879,235060 |
| Ca | 0,0687 | | 0,0687 |
| Mg | 0,0521 | | 0,0521 |
| Subtotal | 9778,9717 | 4413,1254 | 14805,4952 |
| Total | 14805,4952 | | 14805,4952 |

ROTARY DRYER (B-410)

Fungsi = Mengeringkan kristal dengan udara panas

Tabel 36. Neraca panas sekitar B-410

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) | |
|-----------------------|----------------|-----------------|-------------|
| | Arus 12 | Arus 13 | Arus 14 |
| NaNO ₃ (s) | 13926,2027 | 97467,183 | 2128,425 |
| H ₂ O | 879,235060 | 2723,0814 | 7318,219 |
| Ca | 0,0687 | 0,2277 | |
| Mg | 0,0521 | 0,1684 | |
| Udara | | 443878,3603 | 349046,55 |
| Subtotal | 14805,4952 | 443878,3603 | 449237,21 |
| Total | 458683,8555 | | 458683,8555 |

CYCLONE (B-417)

Fungsi = Menjerap produk yang keluar proses karena terkena udara panas keluar

Tabel 37. Neraca panas sekitar B-417

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) | |
|-----------------------|----------------|-----------------|-----------|
| | Arus 14 | Arus 23 | Arus 24 |
| NaNO ₃ (s) | 2128,4248 | | 2128,4248 |
| H ₂ O | 7318,2185 | 7318,2185 | |
| Subtotal | 9446,6434 | 7318,2185 | 2128,4248 |
| Total | 9446,6434 | | 9446,6434 |

HEATER UDARA (E-415)

Fungsi = Memanaskan udara untuk proses di dalam Rotary Dryer

Tabel 38. Neraca panas sekitar E-415

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) |
|-------------------|----------------|-----------------|
| Udara | 4635,5042 | 443878,3603 |
| Uap air | 1836,5405 | 34802,09395 |
| Kebutuhan pemanas | 497061,48 | |
| Q loss | | 24853,07418 |
| Total | 503533,52 | 503533,52 |

COOLING CONVEYOR (J-512)

Fungsi = mendinginkan produk keluar dai Rotary Dryer dan Cyclone

Tabel 39. Neraca panas sekitar J-512

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | | Keluar (kJ/jam) |
|----------------------|----------------|-----------|-----------------|
| | Arus 13 | Arus 24 | Arus 15 |
| NaNO _{3(s)} | 97467,1826 | 2128,4248 | 13926,203 |
| H ₂ O | 2723,08141 | | 389,54295 |
| Ca | 0,2277 | | 0,0335 |
| Mg | 0,1684 | | 0,0238 |
| Q lepas | | | 88003,282 |
| Subtotal | 100190,66 | 2128,4248 | 102319,09 |
| Total | 102319,09 | | 102319,09 |

BAB V**SPESIFIKASI ALAT****5.1 Tangki Penyimpanan HNO₃**

| | |
|--------------------|---|
| Kode | : F-111 |
| Fungsi | : Menyimpan asam nitrat selama 7 hari |
| Tipe | : Silinder vertikal dengan alas dan tutup datar |
| Kapasitas | : 93019,03 gallon |
| Tekanan | : 1 atm |
| Suhu | : 303,15 K |
| Diameter | : 25,11 ft |
| Tinggi | : 25,11 ft |
| Tebal <i>shell</i> | : 0,375 inch |
| Tebal tutup atas | : 0,375 inch |
| Tebal tutup bawah | : 0,375 inch |
| Jumlah | : 2 buah |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i> |

5.2 Silo Penyimpanan NaNO₃

| | |
|--------------------|---|
| Kode | : F-510 |
| Fungsi | : Menampung NaNO ₃ selama maksimal 7 hari |
| Tipe | : Silinder tegak dengan tutup atas datar dan tutup bawah <i>conis</i> |
| Kapasitas | : 170,46 m ³ |
| Tekanan | : 1 atm |
| Suhu | : 303,15 K |
| Diameter | : 6,0105 m |
| Tinggi | : 6,0105 m |
| Tebal <i>shell</i> | : 0,25 inch |
| Tebal tutup atas | : 0,75 inch |
| Tebal tutup bawah | : 0,75 inch |

| | |
|-----------------------|--|
| Tinggi <i>conical</i> | : 0,7645 m |
| Jumlah | : 2 buah |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i> |

5.3 Gudang NaCl

| | |
|-----------|-------------------------------------|
| Kode | : F-122 |
| Fungsi | : Menyimpan bahan NaCl untuk 7 hari |
| Tipe | : Ruangan |
| Kapasitas | : 228,4155 m ³ |
| Tekanan | : 1 atm |
| Suhu | : 303,15 K |
| Panjang | : 8,1842 m |
| Lebar | : 8,1842 m |
| Tinggi | : 4,0921 m |
| Jumlah | : 1 |
| Bahan | : Beton |

5.4 Mixer

| | |
|----------------|---|
| Kode | : M-120 |
| Fungsi | : Untuk melarutkan NaCl dengan <i>make up water</i> |
| Operasi | : Kontinyu |
| Bahan | : <i>Stainlees steel (SA-167) Type 304</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Suhu | : 303,15 K |
| Tekanan | : 1 atm |
| Jenis | : Silinder <i>vertical</i> dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i> . |
| Dimensi tangki | |
| Diameter (D) | : 1,7025 m |
| Tinggi (H) | : 1,7025 m |

| | |
|-------------------------|---|
| Tebal <i>shell</i> (ts) | : 0,25 inch |
| Tebal <i>head</i> (th) | : 0,1875 inch |
| Volume mixer | : 3,8935 m ³ |
| Volume <i>shell</i> | : 3,8738 m ³ |
| Volume <i>head</i> | : 0,0197 m ³ |
| Tutup Atas Tipe | : <i>Standard Dished Head</i> |
| Tutup Bawah Tipe | : <i>Standard Dished Head</i> |
| Jenis pengaduk | : turbin dengan 6 <i>blade disk</i> standar |
| Jumlah pengaduk | : 1 buah |
| Rpm | : 164,08 rpm |
| Power | : 3 Hp |

5.5 Reaktor

| | |
|-------------------------|--|
| Kode | : R-210 |
| Fungsi | : Untuk mereaksikan sodium klorida dengan Asam nitrat |
| Tipe | : Reaktor alir tangki berpengaduk |
| Jumlah | : 1 buah |
| Volume | : 62,31 cuft |
| Waktu tinggal | : 15,8350 menit |
| Bahan | : <i>Stainless steel (SA-167) Type 304</i> |
| Kondisi operasi | |
| Suhu | : 333,15 K |
| Tekanan | : 1 atm |
| Dimensi reaktor | |
| Diameter (D) | : 4,3 ft |
| Tinggi (H) | : 4,3 ft |
| Tebal <i>shell</i> (ts) | : 0,1875 inch |
| Dimensi <i>head</i> | |
| Bentuk | : silinder vertikal bentuk tutup atas dan tutup bawah yang berbentuk <i>torispherical</i> |

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| Tebal <i>head</i> (th) | : 0,25 inch |
| Tinggi <i>head</i> | : 0,2502 m |
| Pengaduk Reaktor | |
| Tipe | : turbin dengan 3 <i>blade</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Panjang <i>blade</i> | : 0,3581 ft |
| Lebar <i>blade</i> | : 0,2865 ft |
| Diameter <i>impeller</i> | : 1,4325 ft |
| Kecepatan | : 400 rpm |
| <i>Power</i> | : 10 Hp |
| <i>Design</i> koil Pendingin | |
| Diameter koil | : 3,44 ft |
| Tinggi tumpukan koil | : 2,75 ft |
| Jumlah lilitan | : 25 |

5.6 Evaporator 1

| | |
|-------------------------|---|
| Kode | : V-310 |
| Fungsi | : Untuk menguapkan H ₂ O, HNO ₃ dan NO ₂ |
| Jenis | : <i>Standard Vertical Tube Evaporator</i> |
| Dasar pemilihan | : Sesuai untuk proses pemekatan larutan |
| Kondisi operasi | : |
| Suhu | : 373,15 K |
| Tekanan | : 1 atm |
| <i>Bagian Shell</i> | |
| Diameter | : 3,8733 m |
| Tinggi <i>shell</i> | : 7,7467 m |
| Tebal <i>shell</i> (ts) | : 0,1875 inch |
| Tebal tutup | : 0,5000 inch |
| <i>Tube Calandria</i> | |
| Ukuran | : 4 in sch. 40 standard IPS |
| OD | : 4,5000 inch |

| | |
|---------------------|---|
| ID | : 4,0260 inch |
| Panjang <i>Tube</i> | : 0,3333 m |
| Jumlah <i>Tube</i> | : 142 buah |
| Jumlah | : 1 buah |
| Fase | : Cair |
| Bahan | : <i>Stainlees steel</i> (SA-167) <i>Type</i> 304 |

5.7 Kristalizer

| | |
|--------------------------|--|
| Kode | : H-320 |
| <i>Type</i> | : <i>Swenson-Walker Crystallizer (cooling criztalizer)</i> |
| Kapasitas | : 5,1834 m ³ |
| Diameter | : 1,2037 m |
| Panjang | : 4,0083 m |
| Luas <i>Cooling Area</i> | : 213,2438 ft ² /ft ³ |
| Bahan | : <i>Stainlees steel</i> (SA-167) <i>Type</i> 304 |
| Power | : 3 Hp |
| Jumlah | : 1 buah (1 buah <i>standby running</i>) |

5.8 *Centrifuge*

| | |
|--------------------------|--|
| Kode | : CF-330 |
| Kapasitas maks. | : 50 gpm |
| Diameter <i>Bowl</i> | : 13 inch |
| <i>Speed</i> | : 7.500 rpm |
| <i>Centrifugal Force</i> | : 10.400 lbf/ft ² |
| Bahan | : <i>Stainlees steel</i> (SA-167) <i>Type</i> 304 |
| Power Motor | : 6 Hp |
| Jumlah | : 1 buah (<i>automatic continous discharge cake</i>) |

5.9 Evaporator 2

| | |
|--------|--|
| Kode | : V-340 |
| Fungsi | : Untuk menguapkan H ₂ O |
| Jenis | : <i>Standard Vertical Tube Evaporator</i> |

| | |
|-------------------------|--|
| Dasar pemilihan | : Sesuai untuk proses pemekatan larutan |
| Kondisi operasi | : |
| Suhu | : 373,15 K |
| Tekanan | : 1 atm |
| <i>Bagian Shell</i> | |
| Diameter | : 3,4645 m |
| Tinggi <i>shell</i> | : 69291 m |
| Tebal <i>shell</i> (ts) | : 0,1875 inch |
| Tebal tutup | : 0,5000 inch |
| <i>Tube Calandria</i> | |
| Ukuran | : 4 in sch. 40 standard IPS |
| OD | : 4,5000 inch |
| ID | : 4,0260 inch |
| Panjang <i>Tube</i> | : 0,3333 m |
| Jumlah <i>Tube</i> | : 113 buah |
| Jumlah | : 1 buah |
| Fase | : Cair |
| Bahan | : <i>Stainless steel</i> (SA-167) Type 304 |

5.10 Kristalizer

| | |
|--------------------------|--|
| Kode | : H-350 |
| <i>Type</i> | : <i>Swenson-Walker Crystallizer (cooling criztalizer)</i> |
| Kapasitas | : 2,2824 m ³ |
| Diameter | : 0,9158 m |
| Panjang | : 3,0495 m |
| Luas <i>Cooling Area</i> | : 123,4227 ft ² /ft ³ |
| Bahan | : <i>Stainless steel</i> (SA-167) Type 304 |
| Power | : 1,5 Hp |
| Jumlah | : 1 buah (1 buah <i>standby running</i>) |

5.11 Centrifuge

| | |
|-------------------|--|
| Kode | : CF-360 |
| Kapasitas maks. | : 10 gpm |
| Diameter Bowl | : 7 inch |
| Speed | : 12.000 rpm |
| Centrifugal Force | : 14.300 lbf/ft ² |
| Bahan | : <i>Stainless steel</i> (SA-167) Type 304 |
| Power Motor | : 0,3333 Hp |
| Jumlah | : 1 buah (<i>automatic continous discharge cake</i>) |

5.12 Rotary Dryer (RD-01)

| | |
|------------------|--|
| Nama | : B-410 |
| Fungsi | : Mengeringkan produk sodium nitrat hingga 99,5% |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 buah |
| Suhu | : 100 °C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless steel</i> (SA-167) Type 304 |
| Temperatur bahan | : *masuk = 30 °C *keluar = 60,01 °C |
| Media pengering | : Udara |
| Temperatur udara | : *masuk = 120 °C *keluar = 100 °C |
| Isolasi | : Batu isolasi |
| Diameter | : 0,7185 m |
| Panjang | : 7,0032 m |
| Tebal isolasi | : 4 in |
| Tebal shell | : 0,1875 inch |
| Tinggi bahan | : 0,1078 m |
| Time of passes | : 342,0811 detik |
| Jumlah flight | : 4 |

Power : 35 Hp
Jumlah : 1

5.13 Cyclone

Kode : B-417
Fungsi : untuk memisahkan padatan yang terikut udara
Suhu operasi : 30°C
Tekanan *design* : 1 atm
Tipe : *Van Tongeren Cyclone*
Kapasitas : 11906,9151 m³/jam
Diameter : 0,8364 m
Tinggi : 5,0186 m
Diameter partikel min : 0,000238 ft
Tebal *shell* : 0,1875 inch
Tebal tutup atas : 0,1875 inch
Tebal tutup bawah : 0,1875 inch
Jumlah : 1 buah
Material : *Carbon Steel*

5.14 Cooling Conveyor

Kode : J-512
Fungsi : Untuk mendinginkan produk sebelum masuk ke silo
Kapasitas : 1,691 m³/jam
Panjang : 35 ft
Diameter : 20 ft
Kecepatan putaran : 60 rpm
Power : 1,5 hp
Jumlah : 1 buah
Tipe : *plain spouts or chutes*

5.15 Heater Udara

Kode : E-415
Fungsi : Memanaskan udara dari 30°C menjadi 120°C

| | |
|-------------------------|---|
| Tipe | : 1 – 2 <i>Shell and Tube Heat Exchanger (Fixed Tube)</i> |
| <i>Tube</i> | : |
| OD | : 1 in = 0,0191 m ; 16 BWG |
| Panjang | : 4,8768 m |
| <i>Pitch</i> | : 1 in <i>square</i> |
| Jumlah <i>Tube</i> , Nt | : 260 buah |
| <i>Passes</i> | : 2 |
| <i>Shell</i> | |
| ID | : 0,6350 m |
| <i>Passes</i> | : 1 |
| HE Area , A | : 101,1796 m ² |
| Jumlah <i>exchanger</i> | : 1 |

5.16 Kondensor 1

| | |
|--------------------|---|
| Kode | : E-312 |
| Fungsi | : mengkondensasikan keluaran evaporator |
| Jenis | : <i>Heat exchanger double pipe</i> |
| Letak | : Setelah evaporator |
| Jumlah | : 1 buah |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon Steel</i> |
| Beban pendingin | : 4172,4967 kJ/jam |
| <i>Inner pipe</i> | |
| Ukuran pipa | : 1,25 IPS sch 40 |
| OD | : 0,1383 ft |
| ID | : 0,1150 ft |
| <i>Anulus area</i> | |
| Ukuran pipa | : 2 IPS sch 40 |
| OD | : 0,1723 ft |
| ID | : 0,1983 ft |

5.17 Kondensor 2

| | |
|--------|---|
| Kode | : E-342 |
| Fungsi | : mengkondensasikan keluaran evaporator |

Jenis : *Heat exchanger double pipe*

Letak : Setelah evaporator

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon Stell*

Beban pendingin : 136153,3180 kJ/jam

Inner pipe

Ukuran pipa : 1,25 IPS sch 40

OD : 0,1383 ft

ID : 0,1150 ft

Anulus area

Ukuran pipa : 2 IPS sch 40

OD : 0,1723 ft

ID : 0,1983 ft

5.18 Cooler 1

Kode : E-321

Fungsi : Mendinginkan cairan keluar evaporator 1 hingga
30°C

Jenis : *Heat exchanger tipe shell and tube 1-2 pass*

Letak : Setelah evaporator

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon Stell*

Beban pendingin : -499,156 kJ/jam

Tube side

Suhu : 20°C

Tekanan : 1 atm

Jumlah : 25

Out diameter : 1,5 inch

Shell side

Suhu : 56°C

Tekanan : 1 atm

Inside diameter : 12 in

5.19 Cooler 2

| | |
|-------------------|---|
| Kode | : E-351 |
| Fungsi | : Mendinginkan cairan keluar evaporator 1 hingga 30°C |
| Jenis | : <i>Heat exchanger tipe shell and tube 1-2 pass</i> |
| Letak | : Setelah evaporator |
| Jumlah | : 1 buah |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon Steel</i> |
| Beban pendingin | : -218831,537 kJ/jam |
| <i>Tube side</i> | |
| Suhu | : 20°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Jumlah | : 25 |
| Out diameter | : 1,5 in |
| <i>Shell side</i> | |
| Suhu | : 56°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Inside diameter | : 12 in |

5.20 Blower

| | |
|------------------|---|
| Kode | : B-416 |
| Fungsi | : Memindahkan udara dari udara bebas ke <i>rotary dryer</i> |
| Type | : <i>Centrifugal Blower</i> |
| Bahan | : <i>Commercial Steel</i> |
| Rate volumetrik | : 142351,9195 ft ³ /jam |
| Effisiensi motor | : 80% |
| Power | : 28 hp |
| Jumlah | : 1 buah |

5.21 Bucket Elevator 1

| | |
|---------------------------|--|
| Kode | : J-121 |
| Fungsi | : mengumpankan bahan baku NaCl ke <i>mixer</i> |
| Type | : <i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i> |
| Dasar pemilihan | : Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu |
| Kapasitas maks. | : 14.000 kg/jam |
| Ukuran | : 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = (0,1524 x 0,1016 x 0,1080) m |
| <i>Bucket spacing</i> | : 0,3048 m |
| Tinggi elevator | : 3,4280 m |
| Ukuran <i>feed</i> maks. | : 0,75 inch |
| <i>Bucket speed</i> | : 0,2140 m/s |
| Putaran <i>head shaft</i> | : 8,0522 rpm |
| Lebar <i>belt</i> | : 0,1778 m |
| Pusat elevator | : 7,6200 m |
| Hp pada head | : 1,0 Hp |
| Hp tambahan per ft | : 0,02 Hp |
| Power | : 2,0 Hp |
| Jumlah | : 1 buah |

5.22 Bucket Elevator 2

| | |
|-----------------|--|
| Kode | : J-414 |
| Fungsi | : memindahkan kristal NaNO ₃ hasil kristalisasi ke <i>akumulator</i> dari <i>centrifuge 1</i> |
| Type | : <i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i> |
| Dasar pemilihan | : Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu |
| Kapasitas maks. | : 14.000 kg/jam |

| | |
|---------------------------|--|
| Ukuran | : 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = (0,1524 x 0,1016 x 0,1080) m |
| <i>Bucket spacing</i> | : 0,3048 m |
| Tinggi elevator | : 3,000 m |
| Ukuran <i>feed</i> maks. | : 0,75 inch |
| <i>Bucket speed</i> | : 0,2195 m/s |
| Putaran <i>head shaft</i> | : 8,2595 rpm |
| Lebar <i>belt</i> | : 0,1778 m |
| Pusat elevator | : 7,6200 m |
| Hp pada head | : 1,0 Hp |
| Hp tambahan per ft | : 0,02 Hp |
| Power | : 1,5 Hp |
| Jumlah | : 1 buah |

5.23 Bucket Elevator 3

| | |
|---------------------------|--|
| Kode | : J-413 |
| Fungsi | : memindahkan kristal NaNO_3 hasil kristalisasi ke <i>akumulator</i> dari <i>centrifuge 2</i> |
| Type | : <i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i> |
| Dasar pemilihan | : Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu |
| Kapasitas maks. | : 14.000 kg/jam |
| Ukuran | : 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = (0,1524 x 0,1016 x 0,1080) m |
| <i>Bucket spacing</i> | : 0,3048 m |
| Tinggi elevator | : 3,000 m |
| Ukuran <i>feed</i> maks. | : 0,75 inch |
| <i>Bucket speed</i> | : 0,0931 m/s |
| Putaran <i>head shaft</i> | : 3,5036 rpm |
| Lebar <i>belt</i> | : 0,1778 m |
| Pusat elevator | : 7,6200 m |
| Hp pada head | : 1,0 Hp |

Hp tambahan per ft : 0,02 Hp

Power : 1,5 Hp

Jumlah : 1 buah

5.24 Bucket Elevator 4

Kode : J-511

Fungsi : memindahkan kristal NaNO_3 hasil kristalisasi ke
Silo penyimpanan

Type : *Continuous Discharge Bucket Elevator*

Dasar pemilihan : Untuk memindahkan bahan dengan ketinggian
tertentu

Kapasitas maks. : 14.000 kg/jam

Ukuran : 6 in x 4 in x $4\frac{1}{4}$ in = (0,1524 x 0,1016 x 0,1080) m

Bucket spacing : 0,3048 m

Tinggi elevator : 7,0106 m

Ukuran *feed* maks. : 0,75 inch

Bucket speed : 0,3107 m/s

Putaran *head shaft* : 11,6913 rpm

Lebar *belt* : 0,1778 m

Pusat elevator : 7,6200 m

Hp pada head : 1,6 Hp

Hp tambahan per ft : 0,02 Hp

Power : 3 Hp

Jumlah : 1 buah

5.25 Belt Conveyor

Kode : J-411

Fungsi : Mengangkut kristal NaNO_3 ke *Rotary Dryer*

Jenis : *Horizontal belt conveyor*

Bahan konstruksi : Karet

Kapasitas maks. : 64000 kg/jam

Lebar *belt* : 0,3500 m

| | |
|------------------------------|-------------------------|
| Luas area | : 0,0100 m ² |
| Kecepatan <i>belt</i> normal | : 200 ft/menit |
| Kecepatan <i>belt</i> maks | : 300 ft/menit |
| <i>Belt plies</i> maks | : 5 |
| <i>Belt plies</i> min | : 3 |
| Kecepatan <i>belt</i> | : 100 ft/menit |
| Panjang <i>belt</i> | : 5 m |
| Power motor | : 1/3 Hp |

5.26 Screw Conveyor 1

| | |
|-------------------|--|
| Kode | : J-331 |
| Fungsi | : Memindahkan bahan keluar kristalizer 1 |
| Kapasitas | : 152844,4598 cuft/jam |
| Panjang | : 13,1234 ft |
| Diameter | : 10 in |
| Kecepatan putaran | : 13 rpm |
| Power | : 1 HP |
| Jumlah | : 1 |
| Bahan | : <i>Carbon Stell</i> |

5.27 Screw Conveyor 2

| | |
|-------------------|--|
| Kode | : J-361 |
| Fungsi | : Memindahkan bahan keluar kristalizer 2 |
| Kapasitas | : 67304,2702 cuft/jam |
| Panjang | : 13,1234 ft |
| Diameter | : 10 in |
| Kecepatan putaran | : 13 rpm |
| Power | : 0,5 HP |
| Jumlah | : 1 |
| Bahan | : <i>Carbon Stell</i> |

5.28 Pompa-01

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | : L-112 |
| Fungsi | : Memompa larutan bahan baku asam nitrat ke tangki penyimpanan |
| Jenis | : <i>Centrifugal single stage</i> |
| Jenis <i>Impeller</i> | : <i>Mixed Flow Impellers</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless Steel 304</i> |
| Total <i>head</i> | : 6,8447 m |
| BHP <i>actual</i> | : 0,5719 Hp |
| Kapasitas pompa | : 14,1361 gpm |
| <i>Specific speed</i> | : 1275,6327 rpm |
| Power motor | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.29 Pompa-02

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | : L-211 |
| Fungsi | : Memompa larutan bahan baku asam nitrat dari Tangki penyimpanan ke <i>reaktor</i> |
| Jenis | : <i>Centrifugal single stage</i> |
| Jenis <i>Impeller</i> | : <i>Mixed Flow Impellers</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless Steel 304</i> |
| Total <i>head</i> | : 1,6906 m |
| BHP <i>actual</i> | : 0,1413 Hp |
| Kapasitas pompa | : 14,1635 gpm |
| <i>Specific speed</i> | : 3644,4716 rpm |
| Power motor | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.30 Pompa-03

| | |
|--------|--|
| Kode | : L-212 |
| Fungsi | : Memompa larutan bahan baku NaCl dari mixer ke <i>reaktor</i> |

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Jenis | : <i>Centrifugal single stage</i> |
| Jenis <i>Impeller</i> | : <i>Mixed Flow Impellers</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless Stell 304</i> |
| Total <i>head</i> | : 1,5052 m |
| BHP <i>actual</i> | : 0,1449 Hp |
| Kapasitas pompa | : 13,6540 gpm |
| <i>Specific speed</i> | : 3904,1249 rpm |
| Power motor | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.31 Pompa-04

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | : L-311 |
| Fungsi | : Memompa larutan hasil reaksi dari reaktor ke evaporator 1 |
| Jenis | : <i>Centrifugal single stage</i> |
| Jenis <i>Impeller</i> | : <i>Mixed Flow Impellers</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Cast Iron</i> |
| Total <i>head</i> | : 6,8063 m |
| BHP <i>actual</i> | : 0,9722 Hp |
| Kapasitas pompa | : 19,3444 gpm |
| <i>Specific speed</i> | : 1498,5650 rpm |
| Power motor | : 2 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.32 Pompa-05

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | : L-322 |
| Fungsi | : Memompa larutan hasil evaporator ke <i>cooler</i> 1 |
| Jenis | : <i>Centrifugal single stage</i> |
| Jenis <i>Impeller</i> | : <i>Mixed Flow Impellers</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Cast Iron</i> |
| Total <i>head</i> | : 1,6096 m |
| BHP <i>actual</i> | : 0,2269 Hp |

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Kapasitas pompa | : 19,0435 gpm |
| <i>Specific speed</i> | : 4384,5115 rpm |
| Power motor | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.33 Pompa-06

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | : L-341 |
| Fungsi | : Memompa larutan dari pemisahan centrifuge 1 ke evaporator 2 |
| Jenis | : <i>Centrifugal single stage</i> |
| Jenis <i>Impeller</i> | : <i>Mixed Flow Impellers</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Cast Iron</i> |
| Total <i>head</i> | : 1,4906 m |
| BHP <i>actual</i> | : 0,1322 Hp |
| Kapasitas pompa | : 14,3966 gpm |
| <i>Specific speed</i> | : 4038,1876 rpm |
| Power motor | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.34 Pompa-07

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | : L-352 |
| Fungsi | : Memompa larutan dari evaporator 2 ke cooler 2 |
| Jenis | : <i>Centrifugal single stage</i> |
| Jenis <i>Impeller</i> | : <i>Mixed Flow Impellers</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Cast Iron</i> |
| Total <i>head</i> | : 1,5212m |
| BHP <i>actual</i> | : 0,0944 Hp |
| Kapasitas pompa | : 8,3857 gpm |
| <i>Specific speed</i> | : 3035,2889 rpm |
| Power motor | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.35 Pompa-08

| | |
|-----------------------|------------------------------------|
| Kode | : L-123 |
| Fungsi | : Memompa larutan kembali ke mixer |
| Jenis | : <i>Centrifugal single stage</i> |
| Jenis <i>Impeller</i> | : <i>Mixed Flow Impellers</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Cast Iron</i> |
| Total <i>head</i> | : 1,4345 m |
| BHP <i>actual</i> | : 0,0591 Hp |
| Kapasitas pompa | : 6,4066 gpm |
| <i>Specific speed</i> | : 2772,4180 rpm |
| Power motor | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

BAB VI

UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS)

6.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Dalam suatu pabrik dibutuhkan unit untuk mendukung berjalannya proses. Unit pendukung proses (utilitas) merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang ada dalam suatu pabrik meliputi :

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Untuk keperluan domestik, air proses, air konsumsi, air sanitasi, air umpan boiler dan air pendingin memerlukan unit ini sebagai penyedia air.

2. Unit Pengadaan *Steam*

Unit ini bertugas menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas pada *evaporator* dan *heater*.

3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan dari generator sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

4. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Berfungsi untuk menyediakan bahan bakar untuk boiler dan generator.

5. Unit Laboratorium

Unit ini bertugas untuk memperoleh data-data yang diperlukan untuk evaluasi unit-unit yang ada dan untuk pengendalian mutu.

6. Unit Pengadaan Udara Tekan

Unit ini bertugas menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumen *pneumatic*, penyedia udara tekan di bengkel, dan untuk kebutuhan lainnya.

7. Unit Pengolahan Air Limbah

Unit ini mengolah limbah yang terbuang dari proses, sanitasi, ataupun laboratorium, sehingga limbah yang terbuang bisa diterima dilingkungan

6.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air dalam menjalankan proses. Dalam memenuhi kebutuhan air industri, pada umumnya menggunakan air dari PT. Krakatau Tirta Industri.

Dalam perancangan pabrik ini, sumber air yang digunakan adalah berasal dari PT. Krakatau Tirta Industri. Pertimbangan menggunakan air dari PT. Krakatau Tirta Industri ini adalah tidak mengolah air dari sungai dan terjamin bersih.

Air yang digunakan dalam unit utilitas harus memenuhi syarat air proses industri kimia. Air yang dibutuhkan dalam lingkungan pabrik adalah untuk :

a. Air proses

Air proses ini digunakan sebagai pelarut pada *mixer*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam air proses adalah :

1. Kesadahan (*hardness*) yang dapat menimbulkan kerak.
2. Besi yang dapat menyebabkan korosi.
3. Minyak yang menyebabkan terbentuknya lapisan film mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

Air yang akan digunakan untuk air proses harus dihilangkan mineral-mineral yang terkandung didalam air tersebut, seperti : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin didalam unit *demineralizer*.

Tabel 40. Kebutuhan air proses

| No | Penggunaan | Kebutuhan (Kg/Jam) |
|----|--------------------|--------------------|
| 1 | <i>Mixer</i> | 1666,6227 |
| | <i>Make up 10%</i> | 392,5818 |

b. Air Pendingin

Pada umumnya, ada beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin, yaitu:

1. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya yang murah.
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
3. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.

Tabel 41. Kebutuhan air pendingin 27 °C

| No | Penggunaan | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|-------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Reaktor</i> | 4007,98 |
| 2 | <i>Cooling Conveyor</i> | 318,17 |
| | <i>Over design</i> | 20% |
| | Total | 5191,3795 |

Make up 10% = 519,14 kg/jam

Tabel 42. Kebutuhan air pendingin 9 °C

| No | Penggunaan | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|----------------------|--------------------|
| 1 | <i>Kristalizer 1</i> | 941,86 |
| 2 | <i>Kristalizer 2</i> | 394,34 |
| | <i>Over design</i> | 20% |
| | Total | 1603,43 |

Make up 10% = 160,34 kg/jam

c. Air sanitasi

Air yang akan digunakan harus memenuhi syarat-syarat kesehatan. Dapat dilakukan dengan menambahkan kaporit untuk menghilangkan bibit penyakit dan mengurangi kekeruhan.

Beberapa syarat fisik, kimia dan biologis air sanitasi adalah :

- Suhu di bawah suhu udara luar.
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa.
- Tidak berbau.

Syarat kimia:

- Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik.
- Tidak beracun.

Syarat bakteriologis:

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 43. Kebutuhan air sanitasi

| No | Penggunaan | Kebutuhan (kg/jam) |
|-------|---------------------------------------|--------------------|
| 1 | Karyawan | 506 |
| 2 | Laboratorium, poliklinik, dan bengkel | 150 |
| 3 | Pemadam kebakaran | 400 |
| 4 | Kantin dan mushola | 150 |
| 5 | Pembersihan, pemeliharaan, dan taman | 150 |
| Total | | 1.356 |

d. Air Umpan Boiler

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut:

1. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Air yang mengandung asam dan gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dapat menyebabkan korosi di dalam boiler.

2. Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena kesadahan dan suhu tinggi, penyebab utama dari kerak adalah garam-garam karbonat dan silikat yang terdapat dalam air.

3. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*)

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler dan alat penukar panas karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Tabel 44. Kebutuhan air untuk steam

| No | Penggunaan | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|---------------------|--------------------|
| 1 | <i>Evaporator 1</i> | 76,3652 |
| 2 | <i>Evaporator 2</i> | 106,9838 |
| 3 | <i>Heater udara</i> | 18,9313 |
| | <i>Over design</i> | 20% |
| | Total | 151,10 |

Make up 10% = 15,11 kg/jam

Tabel 45. Kebutuhan air make up

| No | Komponen | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|------------------------------------|--------------------|
| 1 | Air sanitasi | 1.356 |
| 2 | Air proses | 392,5818 |
| 3 | <i>Make up</i> air pendingin 27 °C | 519,14 |
| 4 | <i>Make up</i> air pendingin 9 °C | 160,34 |
| 5 | <i>Make up</i> air umpan boiler | 15,11 |
| | Total | 2443,1728 |

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

6.1.2. Unit Sanitasi

1. Bak Penampung Sementara (BU-01)

Air dari PT.Krakatau Tirta Industri dialirkan ke tangki penampung yang siap distibusikan sebagai air sanitasi, air pendingin dan sebagai air proses.

2. Tangki Karbon Aktif (TU-01)

Air yang sudah melalui bak penampung kemudian dialirkan ke tangki karbon aktif. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan bau dan rasa yang kurang sedap yang terkandung dalam air.

3. Tangki Air Bersih (TU-02)

Tangki air bersih berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

Air yang keluar dari tangki karbon aktif harus ditambahkan kaporit (CaOCl_2) untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti *amoeba*, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Kaporit digunakan sebagai penjernih karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya.

6.1.3 Unit pengadaan steam

Untuk menghasilkan uap air yang digunakan dalam proses, alat yang digunakan adalah boiler atau ketel uap. Dalam hal ini yang digunakan adalah boiler pipa api (*firetube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.
- Tidak memerlukan flate tebal untuk shell, sehingga harganya lebih murah.
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahanan api.
- Pemasangannya murah.

1. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{4-} , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*).

Demineralisasi air diperlukan karena air umpan boiler harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Jika *steam* digunakan sebagai pemanas diharapkan tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*, karena hal tersebut dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

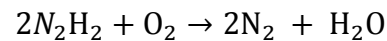
Air diumpankan ke *kation exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan Al^{3+} . Air yang keluar dari *kation exchanger* diumpankan ke *anion exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO^- dan SiO_3^{2-} . Air yang keluar selanjutnya dikirim ke unit *demineralized water storage* sebagai penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFW.

2. Unit Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut dapat menyebabkan korosi, sehingga gas tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu dalam suatu deaerator. Pada deaerator diinjeksikan bahan-bahan kimia berikut:

a. Steam yang berfungsi untuk mengikat O₂ yang terkandung dalam air tidak sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan O₂, sehingga perlu ditambahkan Hidrazin.

b. Hidrazin berfungsi mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama gas-gas lain dihilangkan melalui stripping dengan uap bertekanan rendah.

6.2 Unit Pengadaan Listrik

Unit pengadaan listrik bertugas untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan listrik tersebut dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Dalam hal ini, karena pabrik dijalankan secara kontinyu, maka untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi digunakan *generator set* sebagai cadangan.

Kebutuhan listrik di pabrik meliputi:

1) Listrik untuk keperluan proses

Besarnya listrik untuk keperluan proses sebagai berikut :

Tabel 46. Konsumsi listrik untuk keperluan proses

| Nama dan alat proses | Power, Hp | Jumlah | Σ power, Hp |
|----------------------|-----------|--------|--------------------|
| Mixer | 3 | 1 | 3 |
| Reaktor | 10 | 1 | 10 |
| Blower | 28 | 1 | 28 |
| Rotary Dryer | 35 | 1 | 35 |
| Bucket Elevator 1 | 2 | 1 | 2 |
| Bucket Elevator 2 | 1 1/2 | 1 | 1 1/2 |
| Bucket Elevator 3 | 1 1/2 | 1 | 1 1/2 |
| Bucket Elevator 4 | 3 | 1 | 3 |
| Screw Conveyor 1 | 1 | 1 | 1 |
| Screw Conveyor 2 | 1/2 | 1 | 1/2 |
| Belt Conveyor | 1/3 | 1 | 1/3 |
| Cooling Conveyor | 1 1/2 | 1 | 1 1/2 |
| Kristalizer 1 | 3 | 1 | 3 |
| Kristalizer 2 | 1/2 | 1 | 1/2 |
| Centrifuge 1 | 6 | 1 | 6 |
| Centrifuge 2 | 1/3 | 1 | 1/3 |
| Pompa-01 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-02 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-03 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-04 | 2 | 1 | 2 |
| Pompa-05 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-06 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-07 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-08 | | 1 | 1 |
| Total | | | 106,167 |

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 79,1684 kW

2) Listrik untuk Utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) sebagai berikut :

Tabel 47. Konsumsi listrik untuk keperluan utilitas

| Nama dan alat proses | Power, Hp | Jumlah | Σ power, Hp |
|--------------------------------------|-----------|--------|-------------|
| Pompa-01 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-02 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-03 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-04 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-05 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-06 | 2 | 1 | 2 |
| Pompa-07 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-08 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-09 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-10 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-11 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-12 | 1 | 1 | 1 |
| Tangki N ₂ H ₂ | 1/2 | 1 | ½ |
| Tangki HCl | 1/2 | 1 | ½ |
| Tangki NaOH | 1/2 | 1 | ½ |
| Cooling tower | 1/4 | 1 | ¼ |
| Total | | | 14 ¾ |

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 11 Kw

3) Listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 20 kW

Listrik untuk penerangan diperkirakan sebesar 100 kW

4) Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik yang digunakan diperkirakan 70 kW

5) Listrik untuk instrumentasi

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar 10 kW

Jumlah kebutuhan listrik = 290,1675 Kw

Emergency generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80 %, maka

Input generator = 362,7094 kW

Ditetapkan *input generator* 500 kW

Untuk keperluan dan cadangan = $137,2910 \text{ kW} \times 80\% = 109,8320 \text{ kW}$

Spesifikasi Generator

- a. Tipe = AC generator
- b. Kapasitas = 500 kW
- c. Tegangan = 220/360 volt
- d. Efisiensi = 80 %
- e. Frekuensi = 50 Hz
- f. Bahan bakar = Solar (*fuel oil*)

6.3 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit ini bertugas menyediakan atau menyimpan bahan bakar yang digunakan dalam operasi pabrik. Kebutuhan bahan bakar untuk *generator set*

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| a. Jenis bahan bakar | : solar |
| b. Heating value | : 18315 Btu/lb |
| c. Efisiensi bahan bakar | : 80% |
| d. Sg solar | : 0,81 |
| e. ρ solar | : 53 lb/ft ³ |
| f. Kapasitas input generator | : 1706206 Btu/jam |
| g. Kebutuhan solar | : 0,0622 m ³ /jam |

6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Pengolahan udara ini adalah pengolahan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung partikel-partikel lainnya.

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*. Kebutuhan setiap alat kontrol *pneumatic* sekitar 25,2 L/menit (Considine, 1970). Kebutuhan udara tekan diperkirakan 50 m³/jam. Alat untuk penyediaan udara tekan berupa kompresor.

6.5 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah limbah cair, yaitu, seperti asam klorida, minyak pelumas, air dari sanitasi yang masih mengandung kaporit, dan sodium hidroksida. Pengolahan bahan buangan cair meliputi :

- 1) Buangan air sanitasi
- 2) Karbon aktif yang tidak terpakai
- 3) Sisa regenerasi
- 4) N₂H₂

1. Air sanitasi

Air sanitasi berasal dari toilet di industri tersebut, dari perhitungan, diperkirakan mencapai 506 kg/jam (setiap 1 orang memakai 2 kg/jam), selain dari keperluan toilet, air sanitasi ini juga digunakan di laboratorium produksi, bengkel dan poliklinik serta kantin dan mushola.

2. Karbon aktif

Karbon aktif yang tumpah atau setelah digunakan akan dibuang dan disimpan dipenampungan tangki limbah yang nantinya akan disalurkan ke perusahaan lainnya. Jumlah pada karbon aktif ini 6 lb/100.000 gallon, yang artinya setiap 100.000 gallon akan terdapat 6 lb karbon aktif.

3. Sisa Regenerasi

Dalam resin, apabila resin jenuh, maka resin harus diganti atau diregenerasi. Industri ini digunakan regenerasi resin, yaitu penggantian ion OH^- dan H^+ menggantikan mineral yang terdapat dalam resin, sehingga resin selalu dapat digunakan. Regenerasi tersebut diambil dari HCl dan NaOH. Jumlah dari HCl adalah 0,5 lb/1000 sementara konsentrasi HCl adalah 5%, sementara NaOH berjumlah 12 lb setiap cuft dan konsentrasi sebesar 5%

4. N_2H_2

Larutan N_2H_2 ini digunakan pada daerator untuk mencegah terjadinya kerak, dan apabila sudah terbuang maka akan ikut ke proses penampungan limbah, sehingga akan diolah oleh perusahaan lainnya. Konsentrasi larutan ini sebesar 30 ppm

6.6 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan peran yang lain adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik limbah gas, cair maupun padat. Limbah cair berupa air limbah hasil proses.

Laboratorium kimia adalah sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atau mutu produk dari perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan proses serta produk.

Tugas laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
3. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi.

Dalam upaya pengendalian mutu produk, Adapun analisa pada proses pembuatan sodium nitrat ini adalah sebagai berikut:

- Bahan baku yang berupa sodium klorida dan asam nitrat yang dianalisa meliputi warna, densitas, viskositas, *specific gravity*, titik didih dan kemurnian masing-masing bahan baku.
- Produk, yang dianalisa meliputi berat jenis sodium nitrat, dan kadar pengotor.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik dibagi menjadi tiga (3) bagian :

1. Laboratorium pengamatan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua aliran 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 dan produk akhir.

2. Laboratorium analitik

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku dan produk akhir.

3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material dalam proses dalam meningkatkan hasil akhir.

6.7 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan hal penting bagi perlindungan tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungannya serta cara pengerjaannya.

Tujuan keselamatan kerja :

1. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi
2. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
3. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja

Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap-tiap karyawan. Selain itu perusahaan juga menyediakan alat-alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan *safety* (*Safety Equipment*) harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada di *plant* atau daerah proses.

Perlengkapan *safety* yang harus dipakai :

1. Sepatu *safety*
2. *Safety Goggle* (kacamata *safety*)
3. *Ear muff* / *Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin
4. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala
5. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap
6. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun.

Adapun tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan antara lain:

1. Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran.
2. Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya.

3. Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan.

6.8 Alat – Alat Utilitas

Alat yang digunakan di unit utilitas ini berguna untuk mengolah air sanitasi, air boiler, dan air pendingin.

6.8.1 Bak Penampung Sementara

| | |
|----------|--|
| Kode | : BU-01 |
| Fungsi | : Menampung air yang berasal dari PT.Krakatau Tirta. |
| Bahan | : Beton |
| Jenis | : <i>Silinder vertikal</i> |
| Volume | : 15,9202 m ³ |
| Diameter | : 2,7271 m |
| Tinggi | : 2,7271 m |

6.8.2 Kation Exchanger

| | |
|-----------|--|
| Kode | : TU-05 |
| Fungsi | : Menurunkan kesadahan air umpan boiler. |
| Jenis | : <i>Down flow cation exchanger</i> |
| Resin | : <i>Natural greensand zeolit</i> |
| Kapasitas | : 0,6538 m ³ /jam |
| Diameter | : 0,3370 m |
| Tinggi | : 1,5226 m |

Bahan : *Stainless stell SA-167 type 304*

6.8.3 Anion Exchanger

Kode : TU-06

Fungsi : Menghilangkan anion dari air keluaran kation
exchanger.

Jenis : *Down flow anion exchanger*

Resin : *Synthetic resin anion exchanger*

Kapasitas : 0,6538 m³/jam

Diameter : 0,2610 m

Tinggi : 1,2190 m

Bahan : *Stainless stell SA-167 type 304*

6.8.4 Tangki Demineralisasi

Kode : TU-07

Tugas : menampung sementara air make up boiler dan air
keperluan ion exchanger

Bahan : Carbon steel SA-283

Kec. Volumetrik : 0,6538 m³/jam

Volume bak : 4,9034 m³

Diameter : 1,6088 m

Tinggi : 2,4133 m

6.8.5 Daerator

| | |
|----------|--|
| Kode | : De |
| Fungsi | : Melepaskan gas – gas terlarut air seperti O ₂ dan CO ₂ |
| Jenis | : Silinder tegak dengan bahan isian |
| Diameter | : 0,8453 m |
| Tinggi | : 1,7000 m |

6.8.6 Boiler

| | |
|-----------|---------------------------|
| Kode | : BL |
| Fungsi | : Menyediakan steam jenuh |
| Jenis | : Water tube boiler |
| Kapasitas | : 151,1000 kg/jam |

6.8.7 Tangki Penyimpanan N₂H₂

| | |
|---------------|--|
| Tugas | : Membuat larutan N ₂ H ₂ 30 ppm |
| Volume tangki | : 0.09 m ³ |
| Bentuk tangki | : Silinder tegak |
| Diameter | : 0,48 m |
| Tinggi | : 0,48 m |
| Bahan | : <i>Stainless stell SA-167 type 304</i> |
| Pengaduk | : 0,5 HP |

Putaran pengaduk : 20 rpm

Jenis pengaduk : Marine propeler 3 blade

6.8.7 Tangki Karbon Aktif

Kode : TU-01

Fungsi : membersihkan air dari bau dan rasa kurang sedap

Volume : 0,0137 m³

Diameter : 0,2060 m

Tinggi : 0,4121 m

Bahan : *Carbon stell SA-283*

6.8.8 Tangki Kaporit

Tugas : menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 5% untuk persediaan 1 minggu

Volume : 0,0828 m³

Diameter : 0,1796 m

Tinggi : 0,3592 m

Bahan : *Fyber*

Jumlah : 1

6.8.9 Tangki Air Bersih

Kode : TU-02

Tugas : Menampung air bersih untuk perkantoran sehari-hari

Bentuk : Silinder vertikal

Volume : 192,7296 m³

| | |
|----------|------------|
| Diameter | : 9,9398 m |
| Tinggi | : 4,9699 m |
| Bahan | : Fyber |
| Jumlah | : 1 |

6.8.10 Tangki Larutan HCl

| | |
|-----------------|--|
| Tugas | : Membuat HCl 5% untuk regenerasi kation exchanger |
| Volume | : 0,0789 m ³ |
| Diameter | : 0,4649 m |
| Tinggi | : 0,4649 m |
| Jenis | : Silinder tegak |
| Tenaga pengaduk | : 0,5 HP |
| Jenis pengaduk | : <i>Marine propeler 3 blade</i> |
| Bahan | : <i>Stainless stell SA 167 type 304</i> |

6.8.11 Tangki Larutan NaOH

| | |
|-----------------|--|
| Tugas | : Membuat NaOH 5% untuk regenerasi anion exchanger |
| Volume | : 0,27 m ³ |
| Diameter | : 0,6974 m |
| Tinggi | : 0,6974 m |
| Jenis | : Silinder tegak |
| Tenaga pengaduk | : 0,5 HP |

Jenis pengaduk : *Marine propeler 3 blade*

Bahan : *Stainless stell SA 167 type 304*

6.8.12 Tangki Air Pendingin 1

Kode : TU-03

Tugas : Menampung air make up dari air pendingin proses yang telah digunakan

Volume : 6,2816 m³

Diameter : 2,0002 m

Tinggi : 2,0002 m

Bahan : *Carbon stell SA-283*

6.8.13 Tangki Air Pendingin 2

Kode : TU-04

Tugas : Menampung air dingin dari Refrigerant sebelum disirkulasikan ke alat – alat proses

Volume : 6,2816 m³

Diameter : 2,0002 m

Tinggi : 2,0002 m

Bahan : *Carbon stell SA-283*

Tinggi : 0,8816 m

Bahan : *Fyber*

6.8.14 Cooling Tower

| | |
|-------------|---|
| Kode | : CT |
| Fungsi | : Tempat mendinginkan air pendingin dan yang akan disirkulasikan kembali. |
| Jenis | : <i>Cooling tower type crossflow</i> |
| Suhu Masuk | : 60 °C |
| Suhu Keluar | : 27 °C |
| Kecepatan | : 25,0006 gpm |
| Jumlah | : 1 buah |

6.8.15 Bak Refrigerator

| | |
|-------------|------------------------------|
| Volume | : 6,8526 m ³ |
| Panjang | : 1,8994 m |
| Lebar | : 0,9497 m |
| Tinggi | : 3,7988 m |
| Suhu Keluar | : 9 °C |
| Suhu Masuk | : 27 °C |
| Kecepatan | : 6,8526 m ³ /jam |
| Jumlah | : 1 buah |

6.8.18 Pompa Utilitas 1

| | |
|--------|---------------------------------------|
| Kode | : PU-01 |
| Fungsi | : Mengalirkan air dari BU-01 ke TU-01 |
| Bahan | : <i>Cast Iron</i> |
| Jenis | : <i>Centrifugal pump</i> |

Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 1,3085 m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.19 Pompa Utilitas 2

Kode : PU-02
Fungsi : Mengalirkan air dari TU-01 ke TU-02
Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 1,3085 m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.20 Pompa Utilitas 3

Kode : PU-03
Fungsi : Mengalirkan air dari TU-02 ke kantor dan perumahan
Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 1,3085m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.21 Pompa Utilitas 4

Kode : PU-04
Fungsi : Mengalirkan air dari BU-01 ke TU-03
Bahan : *Cast Iron*

Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 7,8159 m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.22 Pompa Utilitas 5

Kode : PU-05
Fungsi : Mengalirkan air dari TU-03 ke sistem pendingin
Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 7,8159 m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.23 Pompa Utilitas 6

Kode : PU-06
Fungsi : Mengalirkan air dari system pendingin ke TU-04
Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 7,8159 m³/jam
Power : 2 Hp

6.8.24 Pompa Utilitas 7

Kode : PU-07
Fungsi : Mengalirkan air dari BU-01 ke TU-05

Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,7648 m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.25 Pompa Utilitas 8

Kode : PU-08
Fungsi : Mengalirkan air proses dari TU-05 ke TU-06
Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,7648 m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.26 Pompa Utilitas 9

Kode : PU-09
Fungsi : Mengalirkan air dari TU-06 ke TU-07
Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,7648 m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.27 Pompa Utilitas 10

Kode : PU-10

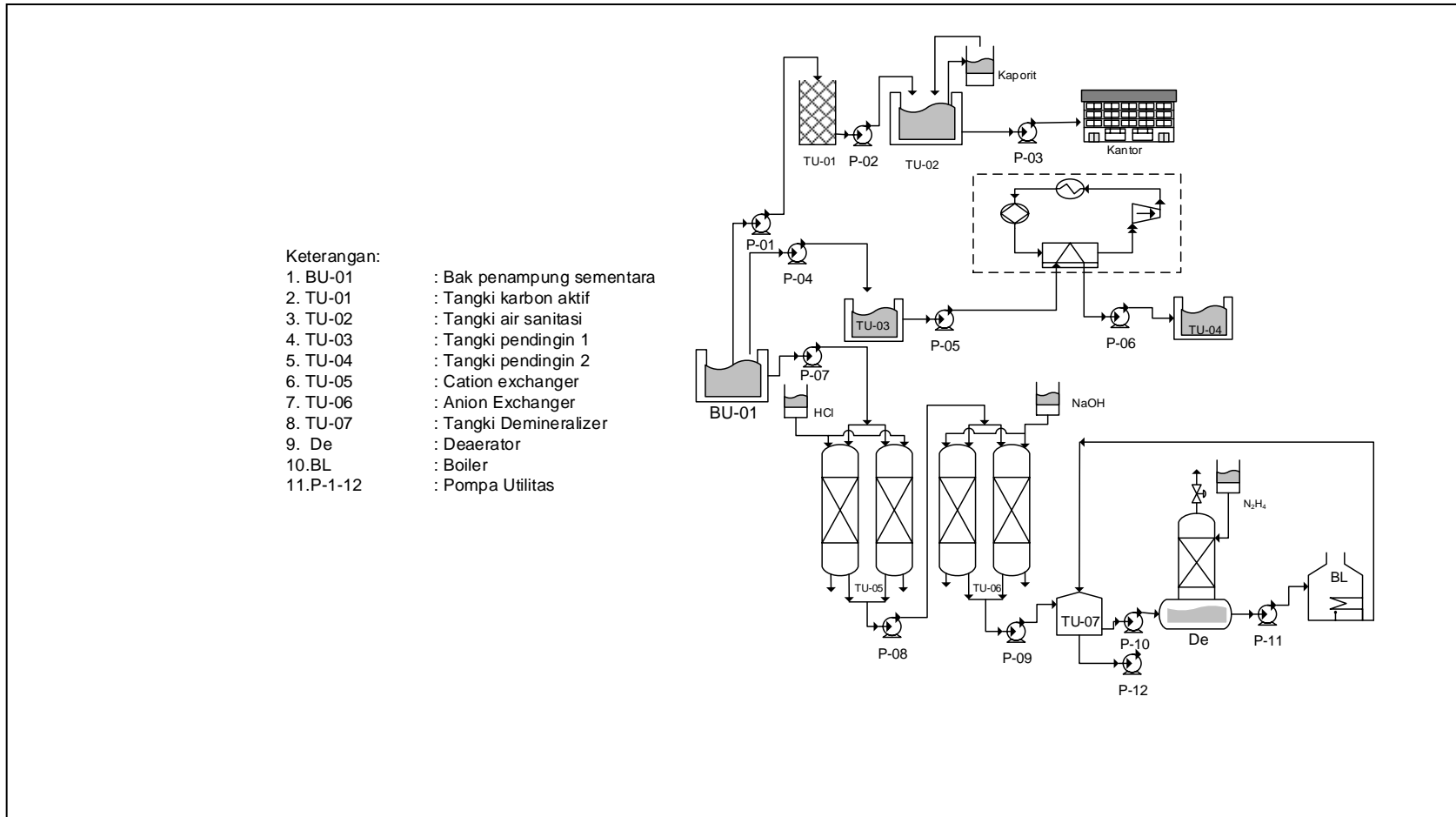
Fungsi : Mengalirkan air dari TU-07 ke deaerator
Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,2275 m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.28 Pompa Utilitas 11

Kode : PU-11
Fungsi : Mengalirkan air dari daerator ke boiler
Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,2068 m³/jam
Power : 1 Hp

6.8.29 Pompa Utilitas 12

Kode : PU-12
Fungsi : Mengalirkan air dari TU-07 ke Mixer
Bahan : *Cast Iron*
Jenis : *Centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,5373 m³/jam
Power : 1 Hp


Gambar 8. Pengolahan air dan utilitas

BAB VII

ORGANISASI DAN TATA LETAK PABRIK

7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik sodium nitrat yang akan didirikan direncanakan mempunyai:

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)

Lapangan Usaha : Industri Sodium Nitrat

Lokasi Perusahaan : Krakatau Industrial Estate Cilegon, Banten

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

- 1) Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- 2) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris, sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.
- 3) Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
- 4) Lapangan usaha lebih luas, PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

- 5) Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- 6) Mudah mendapatkan kredit bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
- 7) Mudah bergerak dipasar modal.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu perseroan terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham. Pemiliknya adalah para pemegang saham serta yang memilih suatu direksi yang memimpin jalannya perusahaan. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi tersebut dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

7.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka dasar suatu perusahaan. Untuk mendapat sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, yang antara lain adalah perumusan tujuan perusahaan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem lini dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu

dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada pimpinan yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur yang disebut Dewan Direksi. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Anggota Tahunan.

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut:

7.2.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut.

Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

7.2.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

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

7.2.3 Direktur

1. Direktur Utama

Tugas : Memimpin kegiatan perusahaan secara keseluruhan, menerapkan sistem kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan.

2. Direktur Produksi dan Operasional

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

3. Direktur Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan pembelian dan penjualan produk.

4. Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum

Tugas : Mengawasi dan mengatur segala hal yang berkaitan dengan personalia/kepegawaian serta hal umum seperti kesehatan dan keamanan.

7.2.4 Staf Ahli dan Litbang

Staf ahli dan litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu manajer dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf Ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Tugas dan wewenang Staf Ahli:

1. Memberi nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
2. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan
3. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum

7.2.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama, kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang proses produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya, kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, seksi laboratorium dan seksi evaluasi proses.

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan bidang peralatan serta mengkoordinir kepala seksi

yang menjadi bawahannya yaitu Seksi Mesin dan instrumentasi serta Seksi Bengkel dan Konstruksi.

3. Kepala Bagian Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang penyediaan utilitas serta mengkoordinir kepala seksi Utilitas, Pemeliharaan Listrik dan Pengolahan Limbah.

4. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap Administrasi dan keuangan, mengawasi dan mengkoordinir kegiatan perusahaan yang berkaitan dengan administrasi dan keuangan. Serta mengkoordinir Seksi Administrasi dan Seksi Keuangan

5. Kepala Bagian Pemasaran, Distribusi dan Transportasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan Pemasaran, Distribusi dan Transportasi serta mengkoordinir Seksi Pemasaran serta Seksi Distribusi dan transportasi yang menjadi bawahannya.

6. Kepala Bagian Litbang

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan Penelitian dan Pengembangan serta mengkoordinasi dan mengawasi kepala seksi yang berada di bawahnya yaitu penelitian dan pengembangan.

7. Kepala Bagian Personalia

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan personalia perusahaan maupun pelatihan-pelatihan yang ada di perusahaan, serta mengkoordinir seksi yang menjadi bawahannya yaitu seksi Kepegawaian dan Seksi Pus Diklat.

8. Kepala Bagian Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berkaitan dengan bagian hubungan masyarakat dan keamanan dan serta mengkoordinir kepala seksi yang berada dibawahnya.

7.2.6 Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungannya bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Persediaan Produksi

Tugas : Mempersiapkan dan mengawasi bahan baku utama maupun bahan baku pendukung yang digunakan dalam proses produksi.

2. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas : Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu, dan hasil produksi, mengawasi hal-hal yang berkaitan dengan pembuangan serta membuat laporan berkala kepada kepala bagian produksi.

3. Kepala seksi pengendalian proses

Tugas : Mengawasi proses berjalannya produksi, menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum ditangani oleh seksi yang berwenang.

4. Kepala Seksi Evaluasi Proses

Tugas : Mengevaluasi permasalahan-permasalahan yang terjadi selama berjalannya proses.

5. Kepala Seksi Mesin dan Instrumentasi

Tugas : Mengawasi dan mengatur mesin dan instrumen yang digunakan dalam proses.

6. Kepala Seksi Bengkel dan Konstruksi

Tugas : Memperbaiki mesin yang mengalami kerusakan agar proses tetap berjalan sesuai yang diharapkan

7. Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air dan *steam*

8. Kepala Seksi Pemeliharaan Listrik

Tugas : Mengawasi, mengatur serta mengecek listrik yang digunakan dalam proses.

9. Kepala Seksi Pengolahan Limbah

Tugas : Mengawasi dan menganalisa pengolahan limbah dalam pabrik, menjaga agar limbah yang dibuang sudah memenuhi syarat dan aman untuk dibuang.

10. Kepala Seksi Administrasi

Tugas : Menyelenggarakan catatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

11. Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat ramalan keuangan masa depan, mengadakan perhitungan gaji dan intensif karyawan.

12. Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Merencanakan strategi peneualan produksi dan mengatur distribusi hasil produksi.

13. Kepala Seksi Distribusi dan Transportasi

Tugas : Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi perusahaan.

14. Kepala Seksi Kepegawaian

Tugas : Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya, Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis, Melaksanakan hal - hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

15. Kepala Seksi Humas

Tugas : Mengatur hubungan perusahaan dan masyarakat diluar lingkungan pabrik.

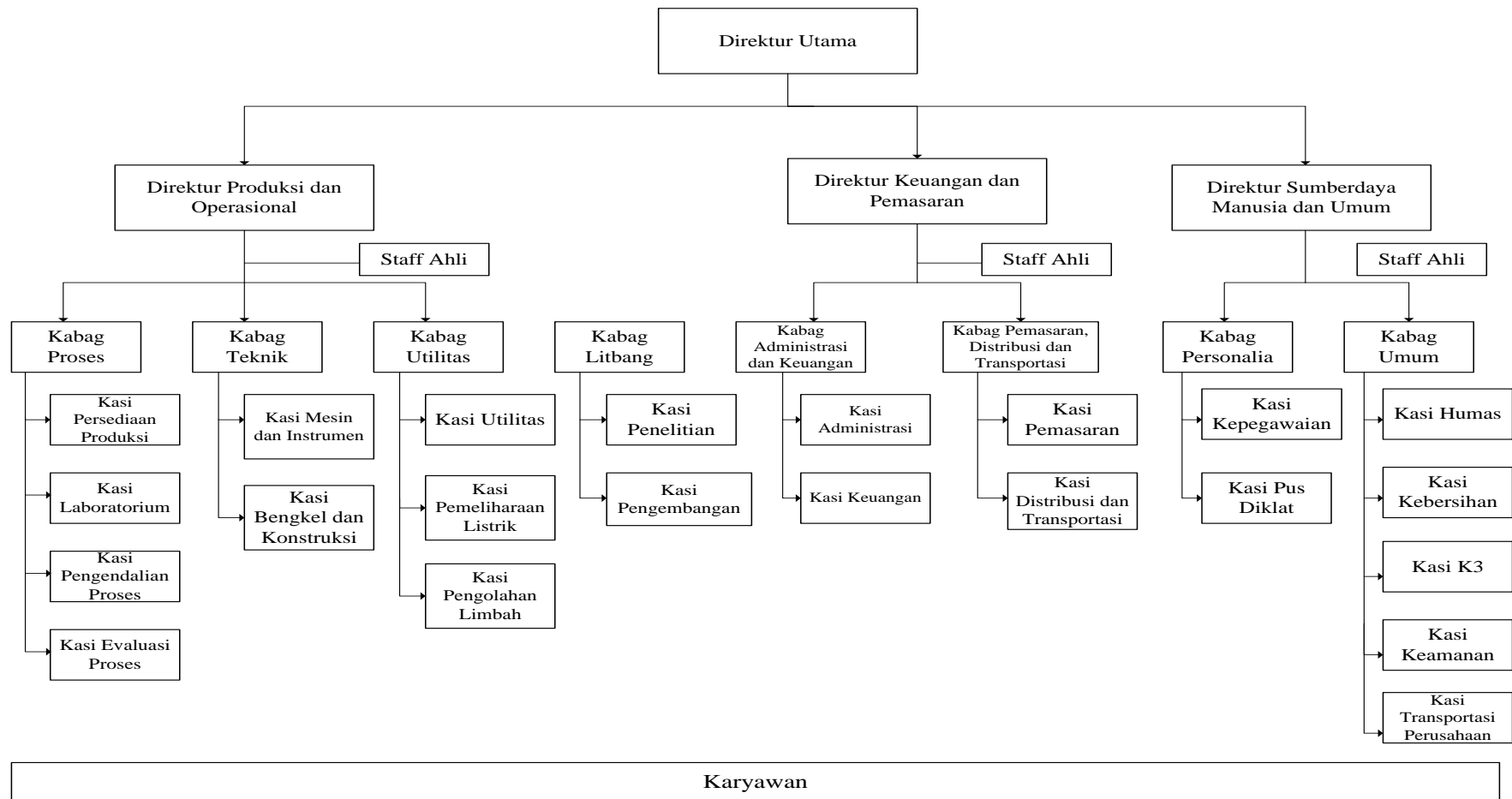
16. Kepala Seksi K3

Tugas : Mengatur, menyediakan dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja, melindungi pabrik dari bahaya kebakaran.

17. Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Mengawasi keluar masuknya orang - orang baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik, Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan, Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

Struktur Organisasi dalam Pabrik Sodium Nitrat disajikan dalam gambar sebagai berikut :



Gambar 9. Struktur Organisasi Pabrik

7.2.7 Karyawan

1. Karyawan Proses

Tugas : Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi

2. Karyawan Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

3. Karyawan Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pengolahan limbah buangan pabrik

4. Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Tugas : Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan pengolahan limbah

5. Karyawan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik

6. Karyawan Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab atas pembelian barang-barang untuk kelancaran produksi, bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

7. Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan pergantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

8. Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

9. Karyawan Humas dan Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintahan, serta mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

7.3 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

7.3.1 Sistem Kepegawaian

Pada pabrik sodium nitrat ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

7.3.2 Sistem Gaji

Sistem gaji Perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap. Besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

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

Perincian golongan dan gaji pegawai sebagai berikut :

Tabel 48. Jumlah Karyawan

| No | Jabatan | Kualifikasi | Jumlah |
|----|--|-----------------------------------|--------|
| 1 | Direktur Utama | S2/S3 -Teknik Kimia/Ekonomi/Hukum | 1 |
| 2 | Direktur Produksi dan Operasional | S2-Teknik Kimia | 1 |
| 3 | Direktur Keuangan dan Pemasaran | S2-Ekonomi | 1 |
| 4 | Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum | S2-Manajemen/Hukum | 1 |
| 5 | Staff Ahli | S2-Teknik Kimia | 3 |
| 6 | Kepala Bagian Proses | S1-Teknik Kimia | 1 |
| 7 | Kepala Bagian Teknik | S1-Teknik Mesin | 1 |
| 8 | Kepala Bagian Utilitas | S1-Teknik Kimia | 1 |
| 9 | Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan | S1-Ekonomi | 1 |
| 10 | Kepala Bagian Pemasaran, Distribusi, dan Transportasi | S1-Teknik Industri/Manajemen | 1 |
| 11 | Kepala Bagian Litbang | S1-Kimia/Teknik Kimia | 1 |
| 12 | Kepala Bagian Personalia | S1-Psikologi/Teknik Industri | 1 |
| 13 | Kepala Bagian Umum | S1-Teknik Industri/Fisipol | 1 |
| 14 | Kepala Seksi Persediaan Produksi | S1-Teknik Industri | 1 |

| | | | |
|----|--|--|----|
| 15 | Kepala Seksi Laboratorium | S1-Kimia | 1 |
| 16 | Kepala Seksi Pengendalian Proses | S1-Teknik Kimia | 1 |
| 17 | Kepala Seksi Evaluasi Proses | S1-Teknik Kimia | 1 |
| 18 | Kepala Seksi Mesin dan Instrumentasi | S1-Teknik Mesin/Elektro | 1 |
| 19 | Kepala Seksi Bengkel dan Konstruksi | S1-Teknik Mesin/Teknik Sipil/Teknik Fisika | 1 |
| 20 | Kepala Seksi Utilitas | S1-Teknik Kimia | 1 |
| 21 | Kepala Seksi Pemeliharaan Listrik | S1-Teknik Elektro | 1 |
| 22 | Kepala Seksi Pengolahan Limbah | S1-Teknik Kimia | 1 |
| 23 | Kepala Seksi Administrasi | S1-Akuntansi/Sekretaris | 1 |
| 24 | Kepala Seksi Keuangan | S1-Ekonomi | 1 |
| 25 | Kepala Seksi Pemasaran | S1-Manajemen | 1 |
| 26 | Kepala Seksi Distribusi dan Transportasi | S1-Teknik Industri | 1 |
| 27 | Kepala Seksi Penelitian | S1-Kimia | 1 |
| 28 | Kepala Seksi Pengembangan | S1-Teknik Kimia | 1 |
| 29 | Kepala Seksi Kepegawaian | S1-Psikologi | 1 |
| 30 | Kepala Seksi Pusdiklat | S1-Psikologi/Teknik Industri | 1 |
| 31 | Kepala Seksi Humas | S1-Ilmu Komunikasi | 1 |
| 32 | Kepala Seksi Kebersihan | S1-Kesehatan Masyarakat | 1 |
| 33 | Kepala Seksi K3 | S1-Kesehatan dan Keselamatan Kerja | 1 |
| 34 | Kepala Seksi Keamanan | S1-Semua Jurusan | 1 |
| 35 | Kepala Seksi Transportasi Perusahaan | D3/SMA/SMK-Semua Jurusan | 1 |
| 36 | Karyawan Persediaan Produksi | S1/D3-Teknik Industri | 5 |
| 37 | Karyawan Laboratorium | S1/D3-Kimia | 9 |
| 38 | Karyawan Pengendalian Proses | S1/D3-Teknik Kimia | 28 |
| 39 | Karyawan Evaluasi Proses | S1/D3-Teknik Kimia | 8 |
| 40 | Karyawan Mesin dan Instrumentasi | D3/SMK-Teknik Mesin/ Teknik Elektro | 20 |
| 41 | Karyawan Bengkel dan Konstruksi | D3/SMK-Teknik Mesin | 12 |
| 42 | Karyawan Utilitas | D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri | 15 |
| 43 | Karyawan Pemeliharaan Listrik | D3/SMK-Teknik Elektro | 16 |
| 44 | Karyawan Pengolahan Limbah | D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri | 3 |
| 45 | Karyawan Administrasi | D3/SMK-Ekonomi | 4 |

| | | | |
|-------|--------------------------------------|--|-----|
| 46 | Karyawan Keuangan | D3/SMK-Akuntansi | 4 |
| 47 | Karyawan Pemasaran | D3/SMK-Manajemen | 5 |
| 48 | Karyawan Distribusi dan Transportasi | D3/SMK-Teknik Industri/Manajemen | 4 |
| 49 | Karyawan Penelitian | D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri | 2 |
| 50 | Karyawan Pengembangan | D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri | 2 |
| 51 | Karyawan Kepegawaian | D3/SMK-Teknik Industri | 3 |
| 52 | Karyawan Pusdiklat | D3/SMK-Teknik Industri/Manajemen | 2 |
| 53 | Karyawan Humas | D3/SMK-Ilmu Komunikasi | 3 |
| 54 | Petugas Kebersihan | SMA/SMK-Semua Jurusan | 32 |
| 55 | Karyawan K3 | D3/D3-Kesehatan dan Keselamatan Kerja | 2 |
| 56 | Dokter | S1-Kedokteran | 2 |
| 57 | Perawat | S1-Keperawatan | 4 |
| 58 | Petugas Keamanan | SMA/SMK-Semua Jurusan | 16 |
| 59 | Supir | SMA/SMK-Semua Jurusan | 15 |
| Total | | | 253 |

Perincian golongan dan gaji pegawai sebagai berikut :

Tabel 49. Daftar gaji karyawan

| No | Jabatan | Gaji Total/Bulan | Gaji/Tahun |
|----|---|------------------|----------------|
| 1 | Direktur Utama | Rp 22.720.000 | Rp 272.640.000 |
| 2 | Direktur Produksi dan Operasional | Rp 17.720.000 | Rp 212.640.000 |
| 3 | Direktur Keuangan dan Pemasaran | Rp 17.720.000 | Rp 212.640.000 |
| 4 | Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum | Rp 17.720.000 | Rp 212.640.000 |
| 5 | Staff Ahli | Rp 32.160.000 | Rp 385.920.000 |
| 6 | Kepala Bagian Proses | Rp 8.220.000 | Rp 98.640.000 |
| 7 | Kepala Bagian Teknik | Rp 8.220.000 | Rp 98.640.000 |
| 8 | Kepala Bagian Utilitas | Rp 8.220.000 | Rp 98.640.000 |
| 9 | Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan | Rp 8.220.000 | Rp 98.640.000 |
| 10 | Kepala Bagian Pemasaran, Distribusi, dan Transportasi | Rp 8.220.000 | Rp 98.640.000 |
| 11 | Kepala Bagian Litbang | Rp 8.220.000 | Rp 98.640.000 |
| 12 | Kepala Bagian Personalia | Rp 8.220.000 | Rp 98.640.000 |

| | | | | | |
|----|--|----|-------------|----|---------------|
| 13 | Kepala Bagian Umum | Rp | 8.220.000 | Rp | 98.640.000 |
| 14 | Kepala Seksi Persediaan Produksi | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 15 | Kepala Seksi Laboratorium | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 16 | Kepala Seksi Pengendalian Proses | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 17 | Kepala Seksi Evaluasi Proses | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 18 | Kepala Seksi Mesin dan Instrumentasi | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 19 | Kepala Seksi Bengkel dan Konstruksi | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 20 | Kepala Seksi Utilitas | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 21 | Kepala Seksi Pemeliharaan Listrik | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 22 | Kepala Seksi Pengolahan Limbah | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 23 | Kepala Seksi Administrasi | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 24 | Kepala Seksi Keuangan | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 25 | Kepala Seksi Pemasaran | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 26 | Kepala Seksi Distribusi dan Transportasi | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 27 | Kepala Seksi Penelitian | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 28 | Kepala Seksi Pengembangan | Rp | 7.220.000 | Rp | 86.640.000 |
| 29 | Kepala Seksi Kepegawaian | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 30 | Kepala Seksi Pusdiklat | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 31 | Kepala Seksi Humas | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 32 | Kepala Seksi Kebersihan | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 33 | Kepala Seksi K3 | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 34 | Kepala Seksi Keamanan | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 35 | Kepala Seksi Transportasi Perusahaan | Rp | 5.720.000 | Rp | 68.640.000 |
| 36 | Karyawan Persediaan Produksi | Rp | 23.600.000 | Rp | 283.200.000 |
| 37 | Karyawan Laboratorium | Rp | 42.480.000 | Rp | 509.760.000 |
| 38 | Karyawan Pengendalian Proses | Rp | 132.160.000 | Rp | 1.585.920.000 |
| 39 | Karyawan Evaluasi Proses | Rp | 37.760.000 | Rp | 453.120.000 |
| 40 | Karyawan Mesin dan Instrumentasi | Rp | 94.400.000 | Rp | 1.132.800.000 |
| 41 | Karyawan Bengkel dan Konstruksi | Rp | 56.640.000 | Rp | 679.600.000 |
| 42 | Karyawan Utilitas | Rp | 70.800.000 | Rp | 849.600.000 |
| 43 | Karyawan Pemeliharaan Listrik | Rp | 75.520.000 | Rp | 906.240.000 |
| 44 | Karyawan Pengolahan Limbah | Rp | 14.160.000 | Rp | 169.920.000 |
| 45 | Karyawan Administrasi | Rp | 18.880.000 | Rp | 226.560.000 |

| | | | | | |
|--------------|--------------------------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------------------|
| 46 | Karyawan Keuangan | Rp | 18.880.000 | Rp | 226.560.000 |
| 47 | Karyawan Pemasaran | Rp | 23.600.000 | Rp | 283.200.000 |
| 48 | Karyawan Distribusi dan Transportasi | Rp | 18.880.000 | Rp | 226.560.000 |
| 49 | Karyawan Penelitian | Rp | 9.440.000 | Rp | 113.280.000 |
| 50 | Karyawan Pengembangan | Rp | 9.440.000 | Rp | 113.280.000 |
| 51 | Karyawan Kepegawaian | Rp | 14.160.000 | Rp | 169.920.000 |
| 52 | Karyawan Pusdiklat | Rp | 9.440.000 | Rp | 113.280.000 |
| 53 | Karyawan Humas | Rp | 14.160.000 | Rp | 169.920.000 |
| 54 | Petugas Kebersihan | Rp | 144.640.000 | Rp | 1.735.680.000 |
| 55 | Karyawan K3 | Rp | 9.440.000 | Rp | 113.280.000 |
| 56 | Dokter | Rp | 18.440.000 | Rp | 221.280.000 |
| 57 | Perawat | Rp | 18.880.000 | Rp | 226.560.000 |
| 58 | Petugas Keamanan | Rp | 72.320.000 | Rp | 867.840.000 |
| 59 | Supir | Rp | 67.800.000 | Rp | 813.600.000 |
| Total | | Rp | 1.332.060.000 | Rp | 15.984.720.000 |

7.3.3 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik sodium nitrat beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari.

Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan non-*shift*

Karyawan non-*shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan harian yaitu direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

1. Hari Senin-Jum'at : Jam 07.00-15.00

2. Hari Sabtu : Jam 07.00-12.00

Jam istirahat :

1. Hari Senin-Kamis : Jam 12.00-13.00

2. Hari Jumat : Jam 11.00-13.00

b. Karyawan *Shift/Ploog*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* antara lain seksi proses, sebagian seksi laboratorium, seksi pemeliharaan, seksi utilitas dan seksi keamanan. Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan produksi dan teknik :

1. *Shift* pagi : Jam 07.00-15.00

2. *Shift* siang : Jam 15.00-23.00

3. *Shift* malam : Jam 23.00-07.00

Karyawan Keamanan :

1. *Shift* pagi : Jam 06.00-14.00

2. *Shift* siang : Jam 14.00-22.00

3. *Shift* malam : Jam 22.00-06.00

Untuk karyawan *shift* ini akan dibagi dalam 4 regu di mana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya.

Tabel 50. Pembagian *shift* karyawan

| Hari ke- Regu | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 1 | P | S | M | L | P | S | M | L | P | S | M | L |
| 2 | S | M | L | P | S | M | L | P | S | M | L | P |
| 3 | M | L | P | S | M | L | P | S | M | L | P | S |
| 4 | L | P | S | M | L | P | S | M | L | P | S | M |

Keterangan :

P = *Shift* pagi

M = *Shift* malam

S = *Shift* siang

L = Libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

7.4 Kesejahteraan Karyawan

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang seperti: tunjangan, fasilitas kesehatan, transportasi, koperasi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), cuti, dan lain-lain.

1. Tunjangan

- a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan

c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya

4. Pengobatan

a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.

b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan.

7.5 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dalam suatu perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi

adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selanjutnya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian, dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

7.5.1 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

- a) Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
- b) Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik

Ada 3 alternatif yang bisa diambil, yaitu :

- 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi

2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya

3) Mencari daerah pemasaran lain

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

a. Material/bahan baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan

b. Manusia/tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar ketrampilan meningkat.

c. Mesin/peralatan

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

7.5.2 Pengendalian Proses

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang

tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1) Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2) Pengendalian kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3) Pengendalian waktu

Untuk mencapai tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4) Pengendalian bahan proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

7.6 Tata Letak (*Lay Out*) Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan nilai praktis dan menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Perencanaan *lay out* pabrik meliputi perencanaan area penyimpanan, area proses dan *handling area*. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama yaitu:

-
- 1) Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol.
 - Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi
 - Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang dijual.
 - 2) Daerah proses merupakan daerah tempat-tempat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.
 - 3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
 - 4) Daerah utilitas merupakan daerah kegiatan penyediaan air, *steam*, udara tekan dan listrik.

Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

- 1) Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan, jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

- 2) Pemasaran

Sodium nitrat merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh industri sebagai bahan baku utama, sehingga pendirian pabrik diusahakan dilakukan di kawasan industri.

3) Ketersediaan energi dan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik baik untuk air proses, pendingin atau kebutuhan lainnya. Sumber air biasanya berupa sungai, laut atau danau. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik.

4) Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi.

5) Kondisi geografis dan sosial

Lokasi pabrik sebaiknya terletak didaerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi pabrik yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

6) Luas area yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia, jika harga tanah amat tinggi maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain.

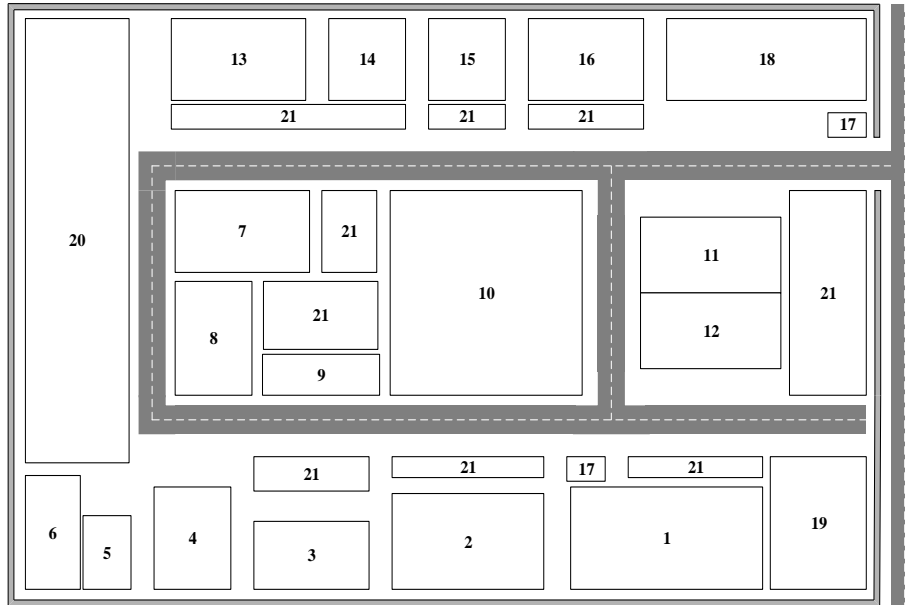
7) Fasilitas dan transportasi

8) Keamanan negara

Adapun luas tanah sebagai bangunan pabrik seperti terlihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 51. Luas Bangunan Pabrik

| No | Nama bangunan | Pxl (m ²) | jumlah | total (pxl) |
|---------------------|------------------------|-----------------------|--------|-------------|
| 1 | Pos Keamanan | 4x5 | 4 | 80 |
| 2 | Ruang Kontrol | 30x8 | 1 | 240 |
| 3 | Gudang | 30x15 | 1 | 450 |
| 4 | Kantor | 35x15 | 1 | 525 |
| 5 | Masjid | 15x15 | 1 | 225 |
| 6 | Kantin dan koperasi | 10x10 | 1 | 100 |
| 7 | Poliklinik | 15x10 | 1 | 150 |
| 8 | Gedung Pertemuan | 35x10 | 1 | 350 |
| 9 | Laboratorium | 30x15 | 1 | 450 |
| 10 | Bengkel | 20x15 | 1 | 300 |
| 11 | Perpustakaan | 15x10 | 1 | 150 |
| 12 | Daerah Proses | 70x35 | 1 | 2450 |
| 13 | Daerah Utilitas | 60x15 | 1 | 900 |
| 14 | K3 dan Fire Hidran | 15x10 | 1 | 150 |
| 15 | Unit Pengolahan Limbah | 20x15 | 1 | 300 |
| 16 | Tempat Parkir | 12x10 | 3 | 360 |
| 17 | Tempat Parkir Truk | 15x10 | 1 | 150 |
| 18 | Taman | 15x8 | 3 | 360 |
| 19 | Jalan raya | 190x14 | 1 | 2660 |
| 20 | area pengembangan | | | 5500 |
| Total Luas bangunan | | | | 15850 |



Gambar 10. Tata letak pabrik

Keterangan :

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| 1. Kantor | 12. Gudang produk |
| 2. Gedung pertemuan | 13. Unit Pengolahan Limbah |
| 3. Perpustakaan | 14. K3 dan <i>Fire Hydrant</i> |
| 4. Masjid | 15. Bengkel |
| 5. Koperasi | 16. Poliklinik |
| 6. Kantin | 17. Pos keamanan |
| 7. Utilitas | 18. Tempat parkir truk |
| 8. Laboratorium | 19. Tempat parkir karyawan dan garasi |
| 9. Ruang kontrol | 20. Area pengembangan |
| 10. Daerah proses | 21. Taman |
| 11. Gudang bahan baku | |

7.7 Tata Letak Peralatan

Pengaturan tata letak peralatan proses pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi dan distribusi dapat berjalan lancar. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah:

1. Ekonomi

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi paling sedikit.

2. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 m atau lebih dan untuk untuk pemipaan pada permukaan tanah harus diatur agar tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

3. Kebutuhan proses

Letak alat harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik dengan distribusi utilitas yang mudah.

4. Operasi

Peralatan yang membutuhkan lebih dari satu operator harus diletakkan dekat dengan *control room*. *Valve*, tempat pengambilan sampel dan instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

5. Perawatan

Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada *heat exchanger* yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan *tube*.

6. Keamanan

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap didalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

7. Perluasan dan pengembangan pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan

8. Lalu lintas manusia

Penempatan alat proses harus diatur sedemikian rupa sehingga pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah dan apabila terjadi gangguan alat proses dapat segera diatasi.

9. Aliran udara dan cahaya

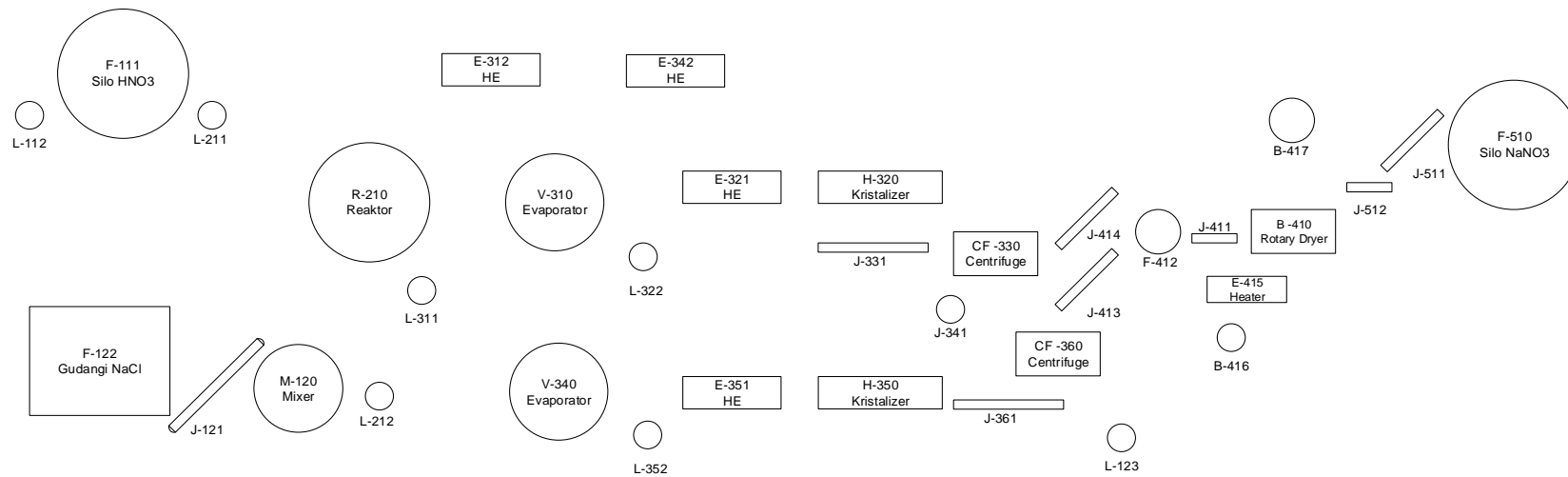
Aliran udara didalam dan di sekitar alat proses perlu diperhatikan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat

menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Penerangan seluruh pabrik harus memadai terutama pada tempat proses yang berbahaya.

Tujuan perancangan tata letak alat-alat proses antara lain:

1. Kelancaran produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
3. Biaya material *handling* menjadi rendah sehingga urusan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
4. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja sehingga produktifitas meningkat.

Berikut ini gambaran tata letak peralatan:



Gambar 11. Tata letak peralatan pabrik

BAB VIII

EVALUASI EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tidak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
4. Analisis kelayakan
 - a. *Percent Return On Investment (ROI)*
 - b. *Pay Out Time (POT)*
 - c. *Break Even Point (BEP)*
 - d. *Shut Down Point (SDP)*
 - e. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Dasar Perhitungan :

Kapasitas produksi : 33.000 ton/tahun

Pabrik beroperasi : 330 hari kerja

Umur alat : 10 tahun

Nilai kurs : 1 US \$ = Rp 14.095,00

Tahun evaluasi : 2018

Upah buruh Indonesia : Rp 10.092,00/man hour

(Kurs dollar.net)

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi adalah 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2018. Di dalam analisis ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisis. Untuk mencari harga pada tahun analisis, maka dicari index pada tahun analisis.

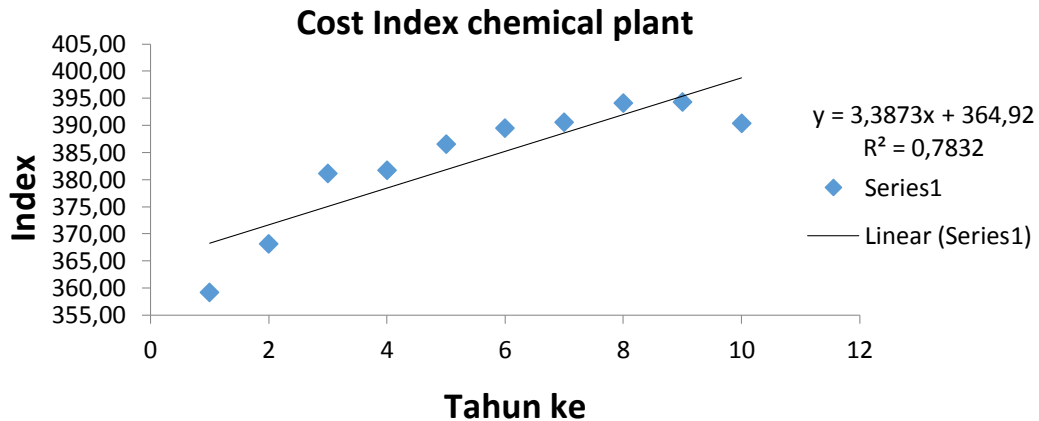
Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program *excel* dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 52. *Cost index chemical plant*

| Tahun | Tahun ke | Index |
|-------|----------|--------|
| 1993 | 1 | 359,20 |
| 1994 | 2 | 368,10 |
| 1995 | 3 | 381,10 |
| 1996 | 4 | 381,70 |
| 1997 | 5 | 386,50 |
| 1998 | 6 | 389,50 |
| 1999 | 7 | 390,60 |
| 2000 | 8 | 394,10 |
| 2001 | 9 | 394,30 |
| 2002 | 10 | 390,40 |

(Peters, 2003 hal 238)

Dari table *cost index* tahun 1993-2002 diperoleh persamaan linear $y = 3,387x + 364,9$, maka dengan demikian dapat dicari *cost index* pada tahun 2022



Gambar 12. Grafik hubungan tahun dengan *cost index*

Persamaan yang diperoleh adalah $y = 3,387x + 354,9$ dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga *index* pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2022 adalah :

$$y = 3,387x + 354,9$$

$$= 466,510$$

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi dengan persamaan:

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

Dalam hubungan ini :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2014

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (tahun 2014)

Nx : Index harga pada tahun 2022

Ny : Index harga pada tahun referensi (tahun 2014)

8.1 Perhitungan Biaya :

A. Investasi Modal (*Capital Investment*).

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*).

Modal tetap adalah investmentasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

2. Modal Kerja (*Working Capital Investment*).

Modal kerja adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

B. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*).

Manufacturing cost merupakan jumlah dari semua biaya langsung, maupun tidak langsung dan biaya-biaya tetap yang timbul akibat pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost meliputi :

1. Biaya produksi langsung (*Direct cost*) adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.

2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect cost*) adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.

3. Biaya tetap (*Fixed cost*) merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi : depresiasi, pajak asuransi dan sewa.

C. Pengeluaran Umum (*General Expenses*).

General expenses meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

D. Analisis Kelayakan.

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan.

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

Percent Return On Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

$$Prb = \frac{Pbxra}{If} \quad Pra = \frac{Praxra}{If}$$

Dengan :

Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan

untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{I_f}{Pb_xrb + 0,1xFa}$$

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik impas di mana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} x 100\%$$

Dimana :

Sa = penjualan produk

Ra = *regulated cost*

Va = *variable cost*

Fa = *fixed manufacturing cost*

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup .

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

8.2 Total Fixed Capital Investment

Tabel 53. *Total fixed capital investment*

| FIXED CAPITAL INVESMENT | Rp |
|---------------------------------|--------------------|
| PEC | 45.490.795.710,40 |
| Instalasi | 19.561.042.155,47 |
| Pemipaan | 36.392.636.568,32 |
| Instrument | 13.647.238.713,12 |
| Listrik | 10.034.293.544,85 |
| Isolasi | 4.094.171.613,94 |
| Tanah | 14.033.974.944,27 |
| Bangunan | 22.644.726.132,48 |
| Pengembangan | 9.954.000.000,00 |
| Jumlah PPC | 175.852.879.382,85 |
| Engineering & Conctruction, 20% | 35.170.575.876,57 |
| Jumlah DPC | 211.023.455.259,42 |
| Contractor's fee, 15% | 31.653.518.288,91 |
| Contingency, 15% | 31.653.518.288,91 |
| Jumlah FCI | 274.330.491.837,24 |

8.3 Working Capital

Tabel 54. *Working capital*

| Working Capital (MODAL KERJA) | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Persediaan bahan baku | $1/12 \times \text{bahan baku}$ | = Rp | 14.595.357.908,36 |
| Bahan baku dlm proses | $0.5/330 \times \text{manufacturing}$ | = Rp | 538.223.772,60 |
| Biaya sebelum terjual | $1/12 \times \text{manufaktur}$ | = Rp | 29.602.307.493,16 |
| Persediaan uang | $1/12 \times \text{manufaktur}$ | = Rp | 29.602.307.493,16 |
| JUMLAH | = | WC (WORKING CAPITAL) | = Rp 74.338.196.667,27 |

8.4 Manufacturing Cost

Tabel 55. *Manufacturing cost*

| Manufacturing Cost | Rp |
|------------------------------------|---------------------------|
| Bahan Baku | 175.114.294.900,29 |
| Buruh(Labor) | 16.056.720.000,00 |
| Supervisi | 2.408.508.000,00 |
| Perawatan | 13.716.524.591,86 |
| Plant Suplies | 2.057.478.688,78 |
| Royalty | 17.125.425.000,00 |
| Utilitas | 37.602.753.022,50 |
| Direct Manufacturing Cost | 264.028.904.203,44 |
| Payroll | 2.397.708.,000,00 |
| Laboratorium | 2.397.708.,000,00 |
| Plant Overhead | 9.590.832.000,00 |
| Packed | 41.149.573.775,59 |
| Indirect Manufacturing Cost | 55.535.821.775,59 |
| Depresiasi | 27.433.049.183,72 |
| Pajak | 5.486.609.836,74 |
| Asuransi | 2.743.304.918,37 |
| Fixed Manufacturing Cost | 35.662.963.938,84 |
| Manufacturing Cost | 355.227.689.917,86 |

8.5 General Expenses

Tabel 56. *General expenses*

| General Expense | | | |
|---------------------------------|--------|-----------|---------------------------|
| Administrasi | 5% MC | Rp | 17.761.384.495,89 |
| Distribution and marketing cost | 20% MC | Rp | 71.045.537.983,57 |
| Finance | 1% MC | Rp | 3.552.276.899,18 |
| Riset | 5% MC | Rp | 17.761.384.495,89 |
| Total general Expanse = | | Rp | 110.120.583.874,54 |

8.6 Analisis Ekonomi

$$\begin{aligned} \text{Total cost} &= \text{manufacturing cost} + \text{general expenses} \\ &= \text{Rp } 465.348.273.792,40 \end{aligned}$$

Keuntungan :

$$\text{Harga jual (Sa)} = \text{Rp } 570.847.500.000,00$$

$$\text{Total cost} = \text{Rp } 493.552.480.335,03$$

$$\text{Keuntungan sebelum pajak} = \text{Rp } 77.295.019.664,97$$

$$\text{Pajak 30\% dari keuntungan} = \text{Rp } 23.188.505.899,49$$

$$\text{Keuntungan sesudah pajak} = \text{Rp } 54.106.513.765,48$$

8.6.1 Return On Investment (ROI)

Salah satu cara yang paling umum untuk menganalisis keuntungan dari suatu pabrik baru adalah *percent return on investment* yaitu kecepatan tahunan dimana keuntungan-keuntungan akan mengembalikan investasi (modal). Dalam bentuk dasar ROI dapat didefinisikan sebagai rasio (perbandingan) yang dinyatakan dalam prosentase dari keuntungan tahunan dengan investasi modal.

Dengan :

$$\text{Prb} = \text{ROI sebelum pajak}$$

$$\text{Pra} = \text{ROI sesudah pajak}$$

$$\text{Pb} = \text{keuntungan sebelum pajak}$$

$$\text{Pa} = \text{keuntungan sesudah pajak}$$

$$\text{If} = \text{fixed capital investment}$$

$$\text{Prb} = \frac{\text{Pb}}{\text{If}} \quad \text{Pra} = \frac{\text{Pa}}{\text{If}}$$

$$\begin{aligned} Prb &= \frac{77.295.019.664,97}{274.330.491.837,24} \times 100\% \\ &= 28.176\% \end{aligned}$$

Jadi ROI sebelum pajak = 28.176 %

$$\begin{aligned} Pra &= \frac{54.106.513.765,48}{274.330.491.837,24} \times 100\% \\ &= 19.723\% \end{aligned}$$

Jadi ROI sesudah pajak = 19.723 %

8.6.2 Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah jangka waktu pengembalian modal yang ditanam berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$\begin{aligned} POT &= \frac{274.330.491.837,24}{77.295.019.664,97 + (0,1 * 274.330.491.837,24)} \\ &= 2.6195 \end{aligned}$$

Jadi POT sebelum pajak = 2.6195 tahun

$$\begin{aligned} POT &= \frac{274.330.491.837,24}{54.106.513.765,48 + (0,1 * 274.330.491.837,24)} \\ &= 3.364 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Jadi POT sesudah pajak = 3.364 tahun

8.6.3 Break Even Point (BEP)

Break even point merupakan titik batas suatu pabrik dapat dikatakan tidak untung tidak rugi. Dengan kata lain, *break even point* merupakan kapasitas produksi yang menghasilkan harga jual sama dengan *total cost*.

Fixed Cost.

Tabel 57. *Fixed cost*

| Fixed Cost (Fa) | Rp |
|-----------------|-------------------|
| Depreciation | 27.433.049.183,72 |
| Pajak | 5.486.609.836,74 |
| Insurance | 2.743.304.918,37 |
| | 35.662.963.938,84 |

Tabel 58. *Variable cost*

| Variable cost (Va) | Rp |
|------------------------|--------------------|
| Bahan Baku | 175.144.294.900,29 |
| Royalty and Patent | 17.125.425.000,00 |
| Utilitas | 37.62.753.022,50 |
| Packaging and Shipping | 41.149.573.775,59 |
| | 271.022.046.698,38 |

Tabel 59. *Regulated cost*

| Regulateted Cost (Ra) | Rp |
|-----------------------|--------------------|
| Labour | 16.056.720.000,00 |
| Maintenance | 13.716.524.591,86 |
| Plant Suplies | 2.057.478.688,78 |
| Labolatory | 2.397.708.,000,00 |
| Payroll Overhead | 2.397.708.,000,00 |
| Plant Overhead | 9.590.832.000,00 |
| General Expense | 110.120.583.874,54 |
| | 156.265.555.155,18 |

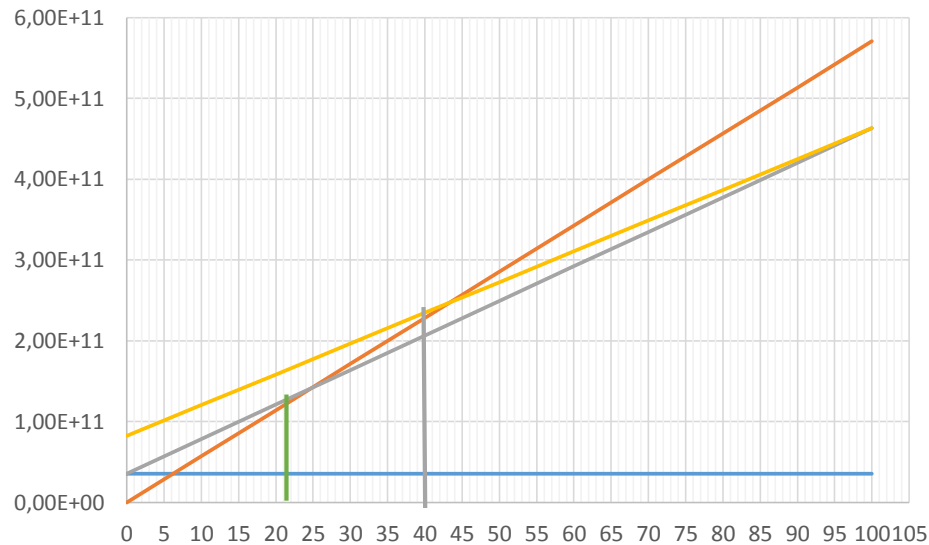
$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

$$BEP = 43.343 \%$$

8.6.4 Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah suatu titik di mana pabrik merugi sebesar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% = 24.617 \%$$



Gambar 13. Grafik BEP dan SDP

8.6.5 Discounted Cash Flow (DCF)

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

$$(FC + WC)(1 + i)^n - (SV + WC) = C(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1$$

Dimana :

| | | |
|----|-------------------------------|-------------------------|
| C | = Annual cost | = Rp 106.217.186.965,96 |
| SV | = Salvage value (harga tanah) | = Rp 27.433.049.183,72 |
| WC | = Working capital | = Rp 74.338.196.667,27 |
| FC | = Fixed capital | = Rp 274.330.491.837,24 |

Dengan *trial and error* diperoleh $i = 7.603 \%$

BAB IX

KESIMPULAN

Pabrik sodium nitrat secara kontinyu dengan kapasitas 30.000 ton/tahun setelah dilakukan perancangan awal, baik dari segi teknik maupun segi ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini memiliki resiko yang sedang serta layak dan menarik untuk didirikan, karena memiliki indikator perekonomian yang relative baik yaitu:

Tabel 60. Analisis kelayakan ekonomi

| No | Analisis kelayakan | Kriteria | Hasil Perhitungan |
|----|--------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | Laba sebelum pajak | | Rp 77.295.019.664,97 |
| | Laba sesudah pajak | | Rp 54.106.513.765,48 |
| 2 | ROI sebelum pajak | Minimum 11% | 28.176 % |
| | ROI sesudah pajak | | 19.723 % |
| 3 | POT sebelum pajak | Maksimum 5 tahun | 2,3176 tahun |
| | POT sesudah pajak | | 3,0750 tahun |
| 4 | BEP | 40%-60% | 43.343 % |
| 5 | SDP | | 24.617 % |
| 6 | DCF | 1,5-2 kali bunga bank | 7.603 % |

DAFTAR PUSTAKA

- Andirio, D. A. (2006). *Prarancangan Pabrik Kimia Sodium Nitrat dari Sodium Hidroksida dan Asam Nitrat Kapasitas 45.000 Ton/Tahun*. Jogjakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Astuti, E., dkk. 2010. Studi Kinetika Pembuatan Poliglisidil Nitrat dari Gliserol. Seminar Nasional Teknik Kimia. 26 Januari 2010. Yogyakarta.
- Austin, G.T. 1984. *Shreve's Chemical Process industries*. Mc Graw Hill Inc. New York
- Badan Pusat Statistik, 2018, "Data Ekspor dan Impor Sodium Nitrat", www.bps.go.id.
- Beekhuis, H. A. (1940). Patent No. 2215450. U.S. Patent.
- Brownell, E.L and Edwin H. Young. *Equipment Design*. New York: John Willet and Son's, inc.
- Cheetam Garam Indonesia, 2018, www.cheetamgaramindonesia.co.id, diakses pada 14 Februari 2018 pukul 13:50.
- Coulson and Richardson's. 1999. *Chemical Engineering Design*. Vol 6. New York: R.K. Sinnott Faith, Keyes and Clark. 1957. *Industrial Chemicals*. John Wiley and Son's.
- Foust, S. Leonard A. Wenzel, dkk. "*Principles of Unit Operation*". 2nd edition. Wiley and Son's Inc. New York
- Himmelblau, D. M. 1974. "*Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*". 3rd. Prentice Hall Inc. New Jersey
- Kementrian Perindustrian RI, 2012, "Direktori Kawasan Industri Tahun 2012", Indonesia..
- Kern, D.Q. 1950. *Process heat Transfer*. New York. Mc Graw Hill International Book Company Inc.
- Kirk, R.E., dan Othmer, D.F., 1997, "Encyclopedia of Chemical Technology", 4th ed, Vol.17 and 22, John Willey & Sons, Inc., New York.
- Kirk, R.E., dan Othmer, D.F., 1983, "Encyclopedia of Chemical Technology", 3rd ed, Vol.17 and 22, John Willey & Sons, Inc., New York.
- Kobe. (1957). *Inorganic Process Industry*. New York: The Macmillan Company.
- Kubelka, P. (1934). Patent No. 1978751. U.S. Patent.

-
- Leonard, A. S., dan Terre, H. (1950). *Patent No. 2535990*. U.S. Patent..
- Levenspiel, O. 1976. *Chemical Reaction Engineering*. 2nd edition, John Wiley and Son's Inc, new York
- Ludwig, E.E. 1965. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical*. Vol 1. Gulf Publishing Co. Houston
- MNK, 2018, www.mnk.co.id, diakses pada 14 Februari 2018 pukul 13:34.
- Perry, R.H., Don. W. G., and James.O.M. 1997. *Perry's Chemical Engineers Handbook*. Edisi 7. Mc Graw Hill Book Company. London
- Perry, R.H., Don. W. G., and James.O.M. 2008. *Perry's Chemical Engineers Handbook*. Edisi 8. Mc Graw Hill Book Company. London
- Peters, M., and Timmerhausm K. 2003. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering 5th edition*. New York: Mc Graw Hill International Book Company Inc.
- Pramita, Y. R., 2012, "Prarancangan Pabrik Sodium Nitrat Dari Sodium Klorida Dan Asam Nitrat Kapasitas 50.000 Ton/Tahun (Perancangan Crystalizer (CR-301))", Lampung, Indonesia
- Rase, H.F., and Holmes, J.R. 1977. *Chemical Reactor Design for process Plant*. Vol 1. Principles and Techniques. New York: John Wiley and Son's Inc.
- Shreve, R.H. 1956. *The Chemical Process Industries*. 5th edition. Mc.Graw Hill Book Company, LDT. Tokyo
- Smith, J.M and Van Ness, H.H. 1975. *Introduction to Engineering Thermodynamic 3th edition*. Mc Graw Hill International Book co. Tokyo
- Sulistyarini, S. U. (2006). *Prarancangan Pabrik Sodium Nitrat dari Sodium Klorida dan Asam Nitrat Dengan Kapasitas 50.000 ton/tahun*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Treyball, R.E. 1981. *Mass Transfer Operation*. 3rd Edition. Mc Graw Hill Book Company Inc. Singapore.

Ulrich, G. D. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons, Inc., New York

Undata. *A World of Information*. 2016. www.data.un.org. Diakses pada 10 Oktober 2016.

Walas, S.M. 1988. “*Chemical process Equipment*” . Butterworth Publisher, Stoneham.MA.USA.

www.alibaba.com

www.Engineeringtoolbox.com

www.kursdollar.com

<http://indonesia-property.com/>

<http://www.matche.com/equipcost/EquipmentIndex.html#anchor8>

www.scienlab.com

www.indotrade.com

Yaws, C.L. 1996. *Chemical Properties Handbook*. Mc.Graw Hill Book Company. New York.

Yuningsih, I. & Utami, M. D., 2011, “Prarancangan Pabrik Natrium Nitrat Dari Natrium Klorida Dan Asam Nitrat Kapasitas 30.000 Ton/Tahun”, Surakarta, Indonesia.

