No: TA/TK/2020/

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM NITRAT DARI ASAM NITRAT DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Audrey Athaya Galuh Kinanti
No. Mahasiswi : 16521070

Nama : Silvi Nursukma Indri
No. Mahasiswi : 16521104

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM NITRAT

DARI ASAM NITRAT DAN NATRIUM HIDROKSIDA

DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Audrey Athaya Galuh Kinanti
No. Mahasiswi : 16521070

Nama : Silvi Nursukma Indri
No. Mahasiswi : 16521104

Yogyakarta, 24 JUNI 2020

Pembimbing I,

Zainus Salimin, Prof., Ir., M.Si.

Pembimbing II,

Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM NITRAT

DARI ASAM NITRAT DAN NATRIUM HIDROKSIDA

DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Audrey Athaya Galuh Kinanti

No. Mahasiswa : 16521070

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia Program Studi
Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 24 Juli 2020

Tim Penguji,

< Zainus Salimin , Prof., Ir., M.Si >
Ketua

< Agus Taufiq, Ir., M.Sc. >
Anggota I

< Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng>
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM NITRAT
DARI ASAM NITRAT DAN NATRIUM HIDROKSIDA
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Silvi Nursukma Indri
No. Mahasiswa : 16521104

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 24 Juli 2020

Tim Penguji,

< Zainus Salimin , Prof., Ir., M.Si > _____
Ketua

< Agus Taufiq, Ir., M.Sc. > _____
Anggota I

< Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng> _____
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA ★ YOGYAKARTA ★ FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Dr. Suharno Rusdi

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM NITRAT
DARI ASAM NITRAT DAN NATRIUM HIDROKSIDA
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Audrey Athaya Galuh Kinanti	**Nama : Silvi Nursukma Indri**
No. Mahasiswi : 16521070	**No. Mahasiswi : 16521104**

Yogyakarta, 24 Mei 2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.





Audrey Athaya Galuh Kinanti **Silvi Nursukma Indri**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin…

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya , karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik . Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi tepat waktu di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia . Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya , saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Terima kasih saya haturkan kepada orang tua saya yang telah memberikan ***support*** dan mendukung saya selama ini . Tak lupa , ucapan terima kasih kepada adik saya Latanya yang setiap malamnya menemani saya mengerjakan Tugas Akhir ini hingga selesai .

Terima kasih kepada Bapak Zainus Salimin , Prof., Ir., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ariany Zulkania, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahannya selama ini sehingga saya dapat menyelesaikannya dengan baik .

Terima kasih kepada *partner* Tugas Akhir saya Silvi Nursukma Indri , atas semangatnya , kesabarannya , dan kekompakannya , semoga semua harapanmu tercapai.

Terima kasih kepada keluarga besar Teknik Kimia UII 2016 , untuk segala dukungan , bantuan , dan dorongannya . Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat .

Audrey Athaya G K

Teknik Kimia UII 2016

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin…

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya , karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik . Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi tepat waktu di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia . Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya , saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang sangat saya sayangi dan saya cintai, Bapak Indra dan Ibu Nurhasni. Saya mengucapkan terima kasih atas segala cinta dan kasih sayang yang telah ibu dan bapak berikan selama ini, baik moril maupun material, memberikan semangat dan yang paling utama yaitu do'a serta ridho dari ibu dan bapak. " *My parents are my sun, my moon, and my stars* ".

Kemudian untuk adik saya Septi Asmaryani yang selalu mengingatkan saya untuk mengerjakan skripsi. Sekaligus sahabat dunia akhirat saya Rica Handayani yang selalu memotivasi saya, membantu saya serta menemani saya sepanjang kuliah S1." *You always provide motivation for me, I'm very lucky to have a best friend like you, even though you often bully me, and thank you for taking care of me and protecting me".*

Dan tidak lupa saya mengucapkan terima kasih kepada partner skripsi saya Audrey Athaya Galuh Kinanti yang selalu sabar menghadapi saya untuk menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih kepada Bapak Zainus Salimin , Prof., Ir., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ariany Zulkania, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahannya selama ini sehingga saya dapat menyelesaikannya dengan baik .

Terima kasih kepada keluarga besar Teknik Kimia UII 2016 , untuk segala dukungan , bantuan , dan dorongannya . Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat .

Silvi Nursukma Indri

Teknik Kimia UII 2016

LEMBAR MOTTO



"Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"

(Qs. Al-Mujadalah : 11)

" Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya "

(Qs. An Najm : 39)

" Aku percaya bahwa apapun yang aku terima saat ini adalah yang terbaik dari Allah SWT dan aku percaya (dia) akan selalu memberikan yang terbaik untukku pada waktu yang telah ia tetapkan "

(Anonym)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan sehat dan iman, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir Perancangan Pabrik yang berjudul "Perancangan Pabrik Natrium Nitrat Dari Asam Nitrat dan Natrium Hidroksida dengan Kapasitas 40.000Ton/Tahun".

Tugas Akhir Perancangan Pabrik ini merupakan serangkaian tugas yang harus dilaksanakan oleh setiap mahasiswa sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa selama Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah menyertai dan meridhoi setiap jalan yang dilalui dan memberikan kemudahan kepada penulis.
2. Kedua orangtua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan selama mengenyam Pendidikan S1 Teknik Kimia di kampus ini dan dalam penyusunan Tugas Akhir, sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
4. Bapak Zainus Salimin , Prof., Ir., M.Si. selaku Dosen pembimbing I Tugas Akhir Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Ariany Zulkania, S.T M. Eng. selaku Dosen pembimbing II Tugas Akhir Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Kimia UII 2016 Khususnya teman-teman yang telah membantu dan memberikan dukungan spiritual maupun moril dalam proses pengerjaan skripsi ini.
7. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, Juni 2020

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING..... i

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI……. ii

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PERANCANGAN PABRIK iv

LEMBAR PERSEMBAHAN..... v

KATA PENGANTAR..... viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL..... xvii

DAFTAR GAMBAR xix

ABSTRAK..... xx

BAB I PENDAHULUAN……. 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik $NaNO_3$……. 2

1.2.1 “Supply” (Pasokan) 2

1.2.1.1 Produksi Dalam Negeri…….. 2

1.2.1.2 Import……. 2

1.2.2 “Demand” (Permintaan)…… 4

1.2.2.1 Eksport……. 4

1.2.2.2 Konsumsi Dalam Negeri…… 4

1.3 Peluang..... 4

1.3.1 Kebutuhan Natrium Nitrat di Dunia ……. 5

1.3.2 Ketersediaan Bahan Baku …….. 6

1.4 Tinjauan Pustaka 6

1.4.1 Macam – macam Proses ……. 7

1.4.2 Kegunaan Produk…… 9

BAB II PERANCANGAN PRODUK..... 11
2.1 Spesifikasi Produk 11
2.2 Spesifikasi Bahan Baku 12
2.3 Pengendalian Kualitas 14
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku 14
2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk 14
2.3.3 Pengendalian Proses 16
2.3.4 Pengendalian Waktu..... 16
2.3.5 Pengendalian Bahan Proses..... 17
BAB III PERANCANGAN PROSES..... 18
3.1 Uraian Proses 18
3.1.1 Penyiapan Bahan Baku 18
3.1.2 Pembentukan Produk 18
3.1.3 Proses Pemurnian dan Pemisahan Produk 18
3.1.4 Proses Pembentukan Produk Akhir 19
3.2 Spesifikasi Alat 19
3.2.1 *Belt Conveyor* (BC-01) 19
3.2.2 *Blower* (BL-01) 20
3.2.3 *Blower* (BL-02) 20
3.2.4 *Centrifuge* (Cr-01) 20
3.2.5 Evaporator (EV-01) 21
3.2.6 *Filter* (F-01) 21
3.2.7 *Heat Exchanger* (HE-01 – *Heater*) 22
3.2.8 *Heat Exchanger* (HE-02 – *Heater*)..... 23
3.2.9 *Heat Exchanger* (HE-03 – *Heater*) 23

3.2.10 Kondenser (Cd-01) 24
3.2.11 Kristalizer (Cr-01)..... 25
3.2.12 Pompa (P-01)..... 25
3.2.13 Pompa (P-02)..... 26
3.2.14 Pompa (P-03)..... 26
3.2.15 Pompa (P-04)..... 27
3.2.16 Pompa (P-05)..... 28
3.2.17 Pompa (P-06)..... 28
3.2.18 Pompa (P-07)..... 29
3.2.19 Pompa (P-08)..... 29
3.2.20 Pompa (P-09)..... 30
3.2.21 Reaktor (R-01)..... 31
3.2.22 *Rotary Dryer* (RD-01)..... 31
3.2.23 *Screw Conveyor* (SC-01)..... 32
3.2.24 Silo (SL-01)..... 33
3.2.25 Tangki Natrium Hidroksida (NaOH) (T-01)..... 33
3.2.26 Tangki Asam Nitrat (HNO_3) (T-02)..... 34
3.2.27 Tangki UPL (T-04)..... 35
3.2.28 Tanki Penyimpanan Produk Samping (T-03)..... 35
3.3 Perencanaan Produksi..... 36
3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku..... 36
3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses..... 36
BAB IV PERANCANGAN PABRIK..... 38
4.1 Lokasi Pabrik 38
4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)..... 41

4.3 Tata Letak Alat Proses 44
4.4 Alir Proses dan Material 50
4.4.1 Diagram Alir Kualitatif 50
4.4.2 Diagram Alir Kuantitatif 51
4.4.3 Neraca Massa 52
4.4.3.1 Neraca Massa Total 52
4.4.3.2 Reaktor (R-01) 53
4.4.3.3 Evaporator (EV-01) 54
4.4.3.4 Kondenser (Cd-01) 54
4.4.3.5 Kristalizer (Cr-01) 55
4.4.3.6 *Centrifuge* (Cf-01) 56
4.4.3.7 *Rotary Dryer* (RD-01) 57
4.4.4 Neraca Panas 58
4.4.4.1 Reaktor (R-01) 58
4.4.4.2 Evaporator (EV-01) 59
4.4.4.3 Kondenser (Cd-01) 60
4.4.4.4 Kristalizer (Cr-01) 60
4.4.4.5 *Centrifuge* (Cf-01) 61
4.4.4.6 *Rotary Dryer* (RD-01) 62
4.4.4.7 *Heat Exchanger – Heater* (HE-01) 63
4.4.4.8 *Heat Exchanger – Heater* (HE-02) 63
4.4.4.9 *Heat Exchanger – Heater* (HE-03) 63
4.5 Perawatan (*Maintenace*) 64
4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas) 65
4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System)*

..... 66

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air 66

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air 68

4.6.1.3 Kebutuhan Air 73

4.6.1.4 Kebutuhan Air Pendingin 75

4.6.1.5 Kebutuhan Air Domestik 76

4.6.2 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)…….. 76

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)……. 77

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan…… 81

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar…… 81

4.7 Organisasi Perusahaan 81

4.7.1 Bentuk Perusahaan 81

4.7.2 Struktur Organisasi 82

4.7.3 Tugas dan Wewenang 85

4.7.3.1 Pemegang Saham …… 85

4.7.3.2 Dewan Komisaris …….. 85

4.7.3.3 Direktur Utama…… 85

4.7.3.4 Kepala Bagian…….. 86

4.7.3.5 Kepala Seksi……. 88

4.7.4 Catatan..... 90

4.7.4.1 Cuti Tahunan …….. 90

4.7.4.2 Hari Libur Nasional……. 90

4.7.4.3 Kerja Lembur (*overtime*)…….. 90

4.7.4.4 Sistem Gaji Karyawan……. 90

4.7.4.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan……. 93

4.8 Evaluasi Ekonomi 95
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan 96
4.8.2 Dasar Perhitungan 100
4.8.3 Perhitungan Biaya 101
4.8.3.1 *Capital Investment*..... 101
4.8.3.2 *Manufacturing Cost*..... 101
4.8.3.3 *General Expense*..... 102
4.8.4 Analisa Kelayakan 102
4.8.4.1 *Percent Return on Investment*..... 102
4.8.4.2 *Pay Out Time (POT)*..... 103
4.8.4.3 *Break Even Point (BEP)*..... 103
4.8.4.4 *Shut Down Point (SDP)*..... 104
4.8.4.5 *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*..... 105
4.8.5 Hasil Perhitungan 106
4.8.6 Analisa Keuntungan 113
4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi 114
4.8.7.1 *Percent Return on Investment (ROI)*..... 114
4.8.7.2 *Pay Out Time (POT)*..... 114
4.8.7.3 *Break Even Point (BEP)*..... 114
4.8.7.4 *Shut Down Point (SDP)*..... 114
4.8.7.5 *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*..... 115
BAB V PENUTUP..... 118
5.1 Kesimpulan 118
5.2 Saran 119
DAFTAR PUSTAKA 121

LAMPIRAN A PERHITUNGAN REAKTOR 122

LAMPIRAN B PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM 152

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Import Natrium Nitrat..... 3

Tabel 1.2 Daftar Nama Pabrik Penghasil Natrium Nitrat di Dunia 5

Tabel 1.3 Data Import Natrium Nitrat di Malaysia,Thailand,dan Jepang…. 6

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik 43

Tabel 4.2 Neraca Massa Total 52

Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor (R-01)..... 53

Tabel 4.4 Neraca Massa Evaporator (EV-01) 54

Tabel 4.5 Neraca Massa *Condenser* (Cd-01)..... 54

Tabel 4.6 Neraca Massa Kristallizer (Cr-01)..... 55

Tabel 4.7 Neraca Massa *Centrifuge* (Cf-01) 56

Tabel 4.8 Neraca Massa *Rotary Dryer* (RD-01)..... 57

Tabel 4.9 Neraca Panas Reaktor (R-01)..... 58

Tabel 4.10 Neraca Panas Evaporator (EV-01) 59

Tabel 4.11 Neraca Panas *Condenser* (Cd-01) 60

Tabel 4.12 Neraca Panas Kristallizer (Cr-01) 60

Tabel 4.13 Neraca Panas *Centrifuge* (Cf-01) 61

Tabel 4.14 Neraca Panas *Rotary Dryer* (RD-01)..... 62

Tabel 4.15 Neraca Panas *Heater* (HE-01)..... 63

Tabel 4.16 Neraca Panas *Heater* (HE-02)..... 63

Tabel 4.17 Neraca Panas *Heater* (HE-03)..... 63

Tabel 4.18 Kebutuhan Air Pembangkit Steam 73

Tabel 4.19 Kebutuhan Air Proses Pendinginan..... 74

Tabel 4.20 Kebutuhan Listrik Proses..... 78

Tabel 4.21 Kebutuhan Listrik Utilitas 79

Tabel 4.22 Total Kebutuhan Listrik 80

Tabel 4.23 Gaji Karyawan..... 91

Tabel 4.24 Jadwal Hari Kerja dan Jam Kerja Karyawan *shift*..... 95

Tabel 4.25 Penafsiran Harga 97

Tabel 4.26 Harga Index *Chemichal Engineering Progress* (CEP) Pada Tahun Perancangan 98

Tabel 4.27 *Physical Plant Cost* (PPC) 106

Tabel 4.28 *Direct Plant Cost (*DPC) 107

Tabel 4.29 *Fixed Capital Investment* (FCI)..... 107

Tabel 4.30 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)..... 107

Tabel 4.31 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC) 108

Tabel 4.32 *Fixed Manufacturing Cost* (FMC)..... 109

Tabel 4.33 *Total Manufacturing Cost* (MC) 109

Tabel 4.34 *Working Capital* (WC)..... 110

Tabel 4.35 *General Expense* (GE) 110

Tabel 4.36 *Total Production Cost* (TPC) 111

Tabel 4.37 *Fixed Cost* (Fa)..... 111

Tabel 4.38 *Regulated Cost* (Ra)..... 112

Tabel 4.39 *Variable Cost* (Va)..... 113

Tabel 4.40 Analisa Kelayakan..... 116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kurva Linear Jumlah Import Natrium Nitrat..... 3

Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik Natrium Nitrat…… 38

Gambar 4.2 *Layout* Pabrik Natrium Nitrat skala 1:100 48

Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Natrium Nitrat skala 1:50 49

Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif 50

Gambar 4.5 Diagram Alir Kualitatif 51

Gambar 4.6 Diagram Pengolahan Air 68

Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan..... 84

Gambar 4.8 Grafik Hubungan % Kapasitas vs Milliar Rupiah 117

ABSTRAK

Industri natrium nitrat di Indonesia adalah salah satu pabrik kimia yang memiliki prospek yang cukup baik. Produk natrium nitrat memiliki pasar yang cukup luas seperti industri etil asetat, dan juga digunakan sebagai bahan setengah jadi untuk membuat bahan kimia. Pabrik natrium nitrat dengan bahan baku natrium hidroksida dan asam nitrat dengan kapasitas 40.000 ton / tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari / tahun. Pabrik ini didirikan di Cilegon, Banten, dengan luas tanah 29.000 m2 dan 170 karyawan. Kebutuhan natrium hidroksida untuk pabrik ini adalah 5070,7547 kg / jam dan kebutuhan asam nitrat sebanyak 7270,4131 kg / jam. Produk natrium nitrat sebanyak 4768,6578 kg / jam. Proses pembuatan natrium nitrat dilakukan secara kontinyu dalam RATB. Di dalam reaktor, Reaksi eksotermik berlangsung dalam proses reaksi sintesis dan terjadi pada suhu 60 ° C dengan tekanan 1 atm. Dari analisis ekonomi, ditunjukkan Return On Investment (ROI) 13,04 % sebelum pajak dan 6,55 % setelah pajak. Waktu Pembayaran (POT) 1,63 tahun sebelum pajak dan 3,19 tahun setelah pajak. Break Even Point (BEP) sebesar 18,36 % dan Shut Down Point (SDP) sebesar 10,23 %. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCSFRR) 16,40%. Dari analisis kelayakan data disimpulkan bahwa pabrik menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Natrium Nitrat, Natrium Hidroksida, Asam Nitrat

ABSTRACK

Sodium nitrate industry in Indonesia is one of the chemical plant which has a quite good prospects. Sodium nitrate product has a broad enough market such as industrial ethyl acetate, and also used as a semi-finished material for making chemicals. Sodium nitrate factory with raw material of sodium hydroxide and nitric acid with a capacity of 40.000 ton / year is planned to operate for 330 days / year. The factory was established in Cilegon, Banten, with a land area of 29.000 m2 and 170 employees. Sodium hydroxide needs for this factory are 5070,7547 kg / hour and needs for nitrate acid as much as 7270,4131 kg / hour. The product of sodium nitrate as much as 4768,6578 kg / hour. The process of making sodium nitrate performed continuously in RATB. In the reactor, exothermic reaction takes place in the process of synthesis reaction and occurs at 60 °C with a pressure of 1 atm. From the economic analysis of this plant, it shown Return On Investment (ROI) 13,04 % before tax and 6,55 % after tax. Pay Out Time (POT) 1,63 years before tax and 3,19 years after tax. Break Even Point (BEP) by 18,36 % and 10,23 % Shut Down Point (SDP). Discounted Cash Flow Rate (DCF) accounted for 16,40%. From the feasibility analysis data above concluded that the plant is profitable and feasible to set.

Keywords: Sodium nitrate, nitric acid, and sodium hydroxide.

BAB I

LATAR BELAKANG

1.1.Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi dan kemajuan jaman, pembangunan di segala bidang haruslah diperhatikan. Pembangunan ekonomi yang baik serta pengembangan industri sebagai salah satu jalan untuk meningkatkan taraf hidup bangsa, termasuk diantaranya adalah industri kimia, baik yang menghasilkan produk jadi maupun produk antara yang dapat diolah lebih lanjut harus senantiasa diusahakan. Pembangunan dan pengembangan industri kimia yang menghasilkan produk antara ini dinilai penting karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri yang pada akhirnya akan mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor bahan-bahan tersebut.

Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk antara ini sangat penting, karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri. Hal ini pada akhirnya dapat mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor bahan tersebut ,termasuk diantaranya natrium nitrat.

Natrium nitrat ($NaNO_3$) atau dengan nama lain *soda niter* , *nitrate of soda* atau *Chile saltpeter* merupakan kristal bening tidak berwarna dan tidak berbau . Bahan kimia ini mempunyai sifat-sifat diantaranya mudah larut dalam air, gliserol, alkohol, mempunyai titik lebur pada temperatur 380°C . Pada masa kini , kebutuhan natrium nitrat ($NaNO_3$) di Indonesia semakin bertambah sehingga dapat dipastikan semakin lama kebutuhan natrium nitrat akan semakin meningkat seiring dengan banyaknya industri yang menggunakannya.

Bahan baku pembuatan natrium nitrat ($NaNO_3$) adalah natrium hidroksida (NaOH) didapatkan dari PT. Asahimas Subertra Chemica, Cilegon , dan asam nitrat (HNO_3) didapatkan dari PT. Multi Nitrotama Mulia, Cikampek. Natrium nitrat ($NaNO_3$) merupakan bahan kimia *intermediate* dalam pembuatan pupuk yang mengandung senyawa nitrogen, dinamit, pembuatan kalium nitrat, refrigerant, korek api, bahan bakar roket, dan pada masa kini natrium nitrat ($NaNO_3$) banyak digunakan sebagai pengawet bahan makanan olahan.

Untuk mengurangi ketergantungan Import maka pendirian pabrik di Indonesia dipandang perlu didirikan untuk memenuhi kebutuhan natrium nitrat ($NaNO_3$) dalam negeri. Keberadaan

pabrik sangat diperlukan dikarenakan produk yang dihasilkan merupakan produk yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia khususnya.

Pendirian pabrik natrium nitrat di dalam negeri memiliki beberapa keuntungan,antara lain:

1. Dapat memenuhi kebutuhan natrium nitrat dalam negeri dan mengurangi impor.
2. Menghemat devisa karena natrium nitrat diperoleh dari industri lokal.
3. Memacu dan mendukung perkembangan industri dengan bahan baku natrium nitrat ($NaNO_3$) dalam negeri.

1.2.Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik $NaNO_3$

Pada tahun 2026 akan didirikan pabrik natrium nitrat dengan kapasitas sebesar 40.000 ton/tahun. Dalam menentukan kapasitas produksi dapat ditentukan melalui analisis " Supply " (Pasokan) dan "Demand" (Permintaan) .

1.2.1 "Supply" (Pasokan)

"Supply" (Pasokan) terdiri dari produksi dalam negeri dan import .

1.2.1.1 Produksi Dalam Negeri

Sampai saat ini untuk produksi didalam negeri belum ada pabrik natrium nitrat ($NaNO_3$) yang berdiri.

1.2.1.2 Import

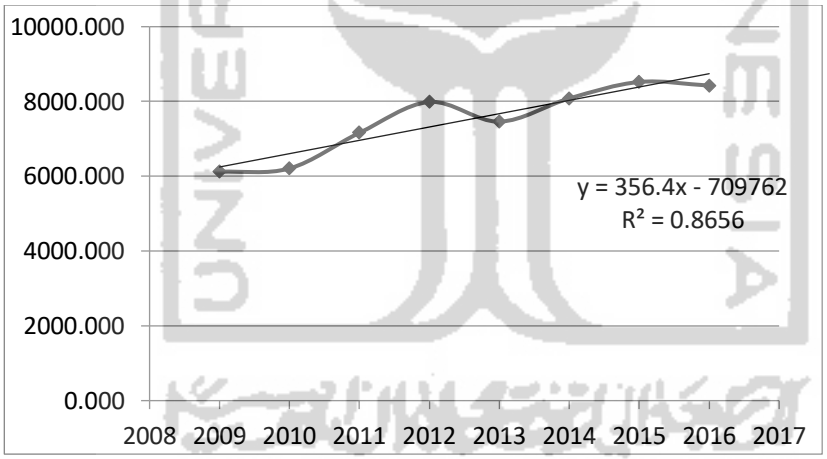
Data riel import produksi natrium nitrat di Indonesia yang belum mencukupi mengakibatkan kebutuhan dalam negeri dipenuhi dengan mengimpor dari luar negeri. Perkembangan data impor dari tahun 2010 – 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Impor Natrium Nitrat

No	Tahun	Impor (ton)
1	2010	6209,147
2	2011	7161,591
3	2012	7986,723
4	2013	7460,585
5	2014	8081,978
6	2015	8521,005
7	2016	8425,686

Sumber: BPS Yogyakarta, tahun 2019

Dalam rancangan ini pabrik akan didirikan pada tahun 2026 .Selanjutnya data riel tersebut (Tabel 1.1.) tersebut di proyeksikan melalui metode Regresi Linear , yang hasilnya ditunjukan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Kurva Linear Jumlah Import Natrium Nitrat di Indonesia

Dari Gambar 1.1. tersebut , diperoleh persamaan regresi linear yaitu :

$$y = 356{,}4x - 709762$$

dimana : y = kapasitas produksi pabrik yang akan direncanakan

x = tahun yang akan dicari

Dari persamaan tersebut dapat diproyeksikan nilai import pada tahun 2026 di Indonesia sebagai berikut :

x = 2026

y = 12304,4 ton/tahun

Melalui penggunaan persamaan tersebut diperoleh nilai import natrium nitrat ($NaNO_3$) sebesar 12.000 ton/tahun. Mengingat produksi dalam negeri produk NaNO3 berharga nol , maka supply pada tahun 2026 hanya merupakan nilai import. Jadi supply sama dengan 12.000 ton/tahun.

1.2.2 "Demand" (Permintaan)

Demand (Permintaan) terdiri dari Eksport dan Konsumsi dalam Negeri.

1.2.2.1 Eksport

Berdasarkan data pertumbuhan pabrik , belum adanya pabrik NaNO3 yang bediri di Indonesia, maka tidak ada eksport produk NaNO3 atau nilai eksport sama dengan nol.

1.2.2.2 Konsumsi Dalam Negeri

Berdasarkan keadaan tidak adanya produksi dalam negeri maka produk NaNO3 dan nilai eksportnya berharga nol, maka konsumsi dalam negeri sama dengan nilai import dimana nilai import adalah 12.000 ton/tahun yang didapat dari proyeksi nilai import.

1.3 Peluang

Peluang kapasitas produk pabrik yang akan didirikan merupakan substitusi nilai import . Data pabrik natrium nitrat ($NaNO_3$) yang telah berdiri ditunjukkan pada Tabel.1.3 , kapasitas ekonomis terkecilnya sebesar 40.000 ton/tahun. Dengan demikian kapasitas pabrik natrium nitrat ($NaNO_3$) yang akan didirikan diambil sebesar 40.000 ton/tahun. Dari Kapasitas yang dipakai untuk penentuan kebutuhan dalam negeri hanya sebesar 12.000 ton/tahun , sisanya akan diekspor sekitar 28.000 ton/tahun.

Tabel.1.2. Daftar Nama Pabrik Penghasil Natrium Nitrat Dunia

Nama Pabrik	Proses	Kapasitas Pabrik (Ton/tahun)
Deepak Nitrite Ltd.Bombay	Sintesis	40.000
Qena Distriq.Egypt	Shank	113.000
Chillean Nitrate Group.USA	Sintesis	210.000
Maria Elina.Chile	Gugenheim	520.000
Pedro de Valdivia.Chile	Gugenheim	750.000

Sumber : Othmer, 1997, vol.22

Di Indonesia sendiri, belum ada pabrik natrium nitrat. Untuk pasaran di luar negeri, Pedro de Valdivia memiliki andil besar dalam pemenuhan kebutuhan natrium nitrat dunia.

1.3.1 Kebutuhan natrium nitrat di Dunia

Kebutuhan natrium nitrat di Malaysia , Thailand ,dan Jepang ditunjukkan pada tabel 1.4., terlihat bahwa kebutuhan $NaNO_3$ di negara-negara tersebut semakin meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan $NaNO_3$ tersebut, mereka masih mengimport $NaNO_3$.

Tabel.1.3. Data Impor Natrium Nitrat di Malaysia , Thailand , dan Jepang

Tahun	Malaysia (ton/tahun)	Thailand (ton/tahun)	Jepang (ton/tahun)
2010	1858,54	3847	7729,904
2011	1811,16	4927	8637,271
2012	975,89	4802	8721,741
2013	2177,7	3883	10667,045
2014	5356,02	5269	9944,899
2015	5535,09	5620	9321,883
2016	5780,11	6205	9135,478
2017	5856,12	6218	11904,102

sumber : Undata.A World of Information.2019

1.3.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku natrium hidroksida dapat diperoleh dari PT. Asahimas Subertra Chemica, Cilegon. Sedangkan bahan baku asam nitrat didapatkan dari PT. Multi Nitrotama Mulia, Cikampek.

1.4 Tinjauan Pustaka

Natrium nitrat merupakan bahan kimia *intermediet* yang diperoleh dari endapan alami yang terdapat tepatnya di gurun Atacama Chile dengan lebar yang cukup luas , yaitu 8 – 25 km dengan ketebalan 0,3 – 1,2 m . Produk dengan kualitas tinggi dapat dihasilkan dengan proses kristalisasi dan pengeringan . (Austin, 1984).

Natrium nitrat digunakan sebagai bahan baku pada pabrik pembuatan pupuk NPK dengan cara mereaksikan $NaNO_3$ + KCl$\longrightarrow$ KNO_3 + NaCl. Saat ini pupuk KNO_3 lebih diminati. Selain sebagai bahan baku $NaNO_3$ adalah sebagai produk *intermediet* 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).

Natrium 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 untuk kesehatan dalam menambah oksigen pada darah . (Wikipedia, 2015).

1.4.1 Macam – macam Proses

Dalam pembuatan natrium nitrat dikenal dengan berbagai macam proses yang sudah dipakai di dunia, antara lain:

1. Proses Shank

   Bahan baku berasal dari garam hasil penambangan (garam Chili) yang mengandung $NaNO_3$. Proses *Shank* dimulai dengan memasukkan potongan garam chile yang berukuran 10 in ke dalam stage tunggal menjadi potongan garam yang berukuran 1,5 sampai 2 in. Alat penghancur yang berisi potongan garam dimasukkan ke dalam tabung – tabung dari baja yang lebar, masing – masing tempat memuat 75 ton dan alat tersebut dilengkapi dengan koil pemanas uap air. Sepuluh tabung yang berikutnya sama dipakai untuk proses rotasi, empat untuk proses leaching. Prosesnya meliputi *loading, leaching, washing* dan *unloading*. Hasil yang terakhir di mana telah melewati tabung – tabung lain diperoleh 700 gram per liter.

   Pada prinsipnya proses utamanya adalah pemurnian dari garam hasil penambangan di mana zat – zat selain $NaNO_3$ dikurangi kadarnya sehingga diperoleh $NaNO_3$ dengan kadar ±60%. (Kirk Othmer, 1968)

2. Proses Guggeinheim

   Proses ini telah dikenal dimana proses *Shank* kurang efisien dalam ekstraksi dan pemakaian bahan bakar. Pada awal tahun 1920 *Guggeinheim Brothers* mengembangkan proses *leaching* dengan temperatur rendah, berdasarkan dua prinsip penting yaitu :

   a) Jika proses *leaching* dilakukan pada temperatur rendah 40°C hanya natrium nitrat yang terekstraksi, impuritas lainnya sebagai natrium sulfat dan natrium klorida tidak terekstraksi.
   b) Jika proses *leaching* pada saat awal berisi garam proteksi maka yang dihasilkan adalah $CaSO_4$, $MgSO_4$ dan K_2SO_4, garam $NaNO_3$ yang terlarut sedikit. $NaSO_4$ didalam proses akan pecah dan natrium nitrat yang dihasilkan atau terekstraksi akan lebih banyak.

   Pada prinsipnya proses *Guggenheim* sama dengan proses *Shank*, hanya alatnya lebih disempurnakan, yaitu melalui proses *crushing, leaching, filtering,*

cristalising dan *graining*, sehingga kadar $NaNO_3$ lebih besar, yaitu ±85%. (Kirk Othmer, 1968)

3. Proses Sintesis

Natrium nitrat sintesis diproduksi dengan netralisasi asam nitrat dengan soda abu atau *caustic* soda. Macam – macam proses sintesis antara lain :

a) Mereaksikan Na_2CO_3 dengan HNO_3

Reaksi :

$$Na_2CO_{3(l)} + 2HNO_{3(l)} \longrightarrow 2NaNO_{3(l)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} \quad (1.1)$$

b) Mereaksikan NaCl dengan HNO_3

Reaksi :

$$3NaCl_{(g)} + 4HNO_{3(l)} \longrightarrow 3NaNO_{3(l)} + NOCl_{(g)} + Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad (1.2)$$

(Kirk Othmer ,1968).

c) Mereaksikan *caustic soda* (NaOH) dengan konsentrasi 40% dan asam nitrat (HNO_3) dengan konsentrasi 53%.

Reaksi :

$$NaOH_{(l)} + HNO_{3(l)} \longrightarrow NaNO_{3(l)} + H_2O_{(l)} \quad (1.3)$$

(Reff Industial Chemical – Stocchi, Hal 398).

Pada proses sintesis kadar $NaNO_3$ yang dihasilkan lebih tinggi dari proses *Shank* dan *Gugenheim,* yaitu ±90 – 99%.

Larutan asam nitrat pekat berwarna kuning yang berasal dari warna NO_2 terlarut. Untuk mengurangi penguraian asam nitrat, maka asam nitrat ini disimpan dalam botol berwarna coklat. Didalam larutan pekatnya, asam nitrat mengalami ionisasi :

$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow H^+ + NO_3^- + H_2O \quad (1.4)$$

Asam nitrat pekat, dengan bilangan oksidasi nitrogen +5 bertindak sebagai oksidator kuat.

Reaksi:

$NO_3 + 4\ H^+ \longrightarrow NO + 2\ H_2O$ (1.5)

Mengoksidasi untuk semua senyawa kimia yang empunyai potensial ±0,93 volt. Sebagai contoh tembaga dan perak (±0,3337) V dan 0,799 V.

Dari beberapa proses pembuatan natrium nitrat di atas, maka dipilih pembuatan natrium nitrat Proses Sintesis, dikarenakan pada proses sintesis kadar $NaNO_3$ yang dihasilkan lebih tinggi dari proses *Shank* dan *Gugenheim*, yaitu ±90 – 99%. Dengan bahan baku NaOH dan HNO_3 yang direaksikan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi operasi yang optimal dengan suhu 60°C, tekanan 1 atm, perbandingan mola NaOH : HNO_3 = 1 : 1.

Reaksi yang terjadi merupakan reaksi netralisasi, karena adanya reaksi antara ion hidrogen dari asam dengan basa membentuk reaksi :

$NaOH_{(l)} + HNO_{3(l)} \longrightarrow NaNO_{3(l)} + H_2O_{(l)}$

(Industial Chemical – Stocchi, tahun 1990).

1.4.2 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 $NaNO_3$ dalam industri ada 4 , yaitu :

a) Pembuatan Pupuk NPK

Dalam proses pembuatan pupuk NPK, $NaNO_3$ merupakan bahan baku yang menghasilkan nitrogen pada pupuk tersebut. Di mana $NaNO_3$ direaksikan dengan garam KCl sehingga membentuk KNO_3. Selanjutnya KNO_3 dialirkan pada batuan fosfat yang mempunyai kadar fosfat tinggi sehingga dihasilkan pupuk NPK yang memberi nutrisi pada daun. Dewasa ini pupuk KNO_3 lebih disukai dibandingkan KCl karena tanaman tidak tumbuh baik pada tanah yang mengandung klorida.

b) Pembuatan Dinamit

Reaksi antara $NaNO_3$ dengan NH_4NO_3 akan menghasilkan gas yang sangat eksplosif sehingga 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 NH_4NO_3 dengan $NaNO_3$.

c) Pembuatan Kaca

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

d) Pembuatan Cat

Reaksi 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.

(Yuningsih dan Utami, 2011**).**

Selain itu , kini natrium nitrat juga banyak digunakan sebagai bahan pengawet makanan olahan seperti sosis , smoke beef / salami , dan nugget .

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan Natrium Nitrat dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, dan pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Produk

Natrium Nitrat

Rumus Molekul	: $NaNO_3$
Bentuk, 30°C. 1 atm	: Kristal bening
Bau	: Manis
Berat Molekul (BM)	: 85 g/mol
Kemurnian	: 98%
Titik Lebur	: 307°C
Titik Didih	: 380°C
Viscositas (μ)	: 6.9 Cp
Kapasitas (Cp)	:
NaNO3(l)	: $0,05 + 6,82 . 10^{-4} T$ Kcal/kg°K
NaNO3(s)	: $0,06 + 7,18 . 10^{-5} T$ Kcal/kg°K
Densitas (ρ)	: 2,26 kg/liter
Kelarutan	: 73 gr/100 gr air pada 0°C
	96 gr/100 gr air pada 100°C

(Sumber : Kirk Othmer)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

1). Sodium Hidroksida

Rumus Molekul	: NaOH	
Bentuk, 30°C. 1 atm	: Cair	
Berat Molekul (BM)	: 40	
Kemurnian	: 48%	
Titik Lebur	: 318°C	
Titik Didih	: 1390°C	
Viscositas (μ)	: 12,17 Cp	
Kapasitas (Cp)	: 0,525 Kcal/kg°K	
Densitas (ρ)	: 1,51 kg/liter	
Kelarutan	: 313 gr/100 gr air pada 90°C	
	347 gr/100 gr air pada 100°C	
Komposisi bahan	: NaOH	= 48 %
	Na_2CO_3	= 1,2%
	NaCl	= 1,0 %
	Fe	= 0,5 %
	H20	= 49,3 %

(Sumber : PT Asahimas Chemical)

2). Asam Nitrat

Rumus Molekul	: HNO_3
Bentuk, 30°C. 1 atm	: Cair
Berat Molekul (BM)	: 63 g/gmol
Kemurnian	: 58%
Titik Lebur	: -42°C
Titik Didih	: 86°C
Viscositas (μ)	: 1,25 Cp
Kapasitas (Cp)	: 0,417 Kcal/kg°K
Densitas (ρ)	: 1,5 kg/liter

(Sumber : PT Multi Nitrotama Kimia)

3). Air

Rumus Kimia	: H_2O
BM	: 18 kg/kmol
Fase	: Cair
Komposisi	: 100 % air
Titik Didih	: 100°C
Titik Leleh/Beku	: 0°C
Densitas	: 0,9998 kg/m^3; 20°C
Kapasitas Panas	: 17,99 Kcal/Kmol.K
Panas pembentukan	:-68,06 Kcal/kmol

(Sumber: Yaws, tahun 1979)

2.3Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas pada input dalam sistem produksi merupakan pengendalian kualitas terhadap bahan baku yang digunakan dalam proses produksi. Penggunaan bahan baku merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi proses produksi, dan akan berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Sehingga sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan proses pengujian kualitas bahan baku yang diperoleh. Evaluasi yang akan digunakan yaitu sesuai standar yang telah ditetapkan.

Adapun parameter yang akan diukur adalah :

1) Kemurnian dari bahan baku asam nitrat dan natrium hidroksida
2) Kandungan didalam asam nitrat dan natrium hidroksida
3) Kadar air
4) Kadar zat pengotor

2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas pada proses dalam sistem produksi merupakan pengendalian kualitas terhadap proses produksi untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan dimulai dari bahan baku sampai menjadi produk. Sehingga diperlukan alat kontrol untuk setiap proses yang berlangsung yaitu instrumentasi. Instrumentasi adalah peralatan yang dipakai didalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Alat – alat intrumentasi dipasang pada setiap peralatan dengan tujuan agar para *engineer* dapat memantau dan mengontrol jalannya proses produksi dilapangan. Dengan adanya instrumentasi ini pula, para *engineer* dapat segera melakukan tindakan apabila terjadi kesalahan dalam proses. Pada dasarnya pengendalian tersebut adalah agar kondisi proses di pabrik mencapai tingkat kesalahan (error) yang paling minimum sehingga produk dapat dihasilkan secara optimal.

(Considine, tahun 1985 & dalam rizki, tahun 2009).

Fungsi instrumentasi adalah sebagai pengontrol, petunjuk, pencatat, dan pemberi tanda bahaya.Peralatan instrumen bekerja secara mekanik atau dengan tenaga listrik dan pengontrolannya dilakukan secara manual ataupun otomatis. Penggunaan instrumen pada suatu peralatan proses memiliki beberapa pertimbangan ekonomi dan sistem peralatan

alat itu sendiri. Pada pemakaian alat – alat tersebut dipasang diatas papan didekat peralatan proses dan dikontrol secara manual atau disatukan dalam satu ruangan kontrol yang dikontrol secara otomatis.

Variabel – variabel proses yang biasanya dikontrol / diukur aleh instrumen adalah :

1. Variabel kontrol (tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan)
2. Variabel tambahan seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktifitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembaban, dan variabel lainnya.

Pada dasarnya sistem pengendalian terdiri dari (*Considine, 1985)*:

1. Sensing elemen *(Primary Element)*
   Elemen yang menunjukkan adanya perubahan dari harga variabel yang diukur.
2. Elemen pengukur *(Measurement Element)*
   Elemen pengukur adalah suatu elemen yang sensitif terhadap adanya perubahan suhu, tekanan, laju alir, maupun tinggi fluida. Perubahan ini merupakan sinyal dari proses dan disampaikan oleh elemen pengukur ke elemen pengantar.
3. Elemen Pengontrol (*Controlling Element*)
   Elemen pengontrol yang menerima sinyal kemudian akan segera mengatur perubahan – perubahan proses tersebut sama dengan *set point* (nilai yang diinginkan). Dengan demikian elemen ini akan dapat segera memperkecil ataupun meniadakan penyimpanan yang terjadi.
4. Elemen pengontrol akhir (*Final Control Element*)
   Elemen ini merupakan elemen yang akanmelakukan rubah masukan yang keluar dari elemen prengontrol kedalam proses sehingga variabel yang diukur tetap berada dalam batas yang diinginkan dan merupakan hasil yang dikehendaki.Instrumen yang umum digunakan pabrik adalah :
   1. Suhu
      - *Temperature controller* (TC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati dan mengatur suhu suatu alat. Dengan menggunakan suhu kontroler para *engineer* juga dapat melakukan pengendalian terhadap peralatan sehingga suhu tetap dalam *range* suhu yang ditentukan.

- *Temperature indicator* (TI) adalah instrumen yang digunakan untuk mengamati suhu dari suatu alat.

2. Tinggi Permukaan Cairan
   - *Level Controller (LC)* adalah instrumen yang digunakan untuk mengamati dan mengatur tinggi cairan dalam suatu alat dengan menggunakan *level controller*, yang terpasang pada alat.
   - *Level Indicator (LI)* adalah instrumen yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat.
3. Tekanan
   - *Pressure Controller (PC)* adalah instrumen yang digunakan untuk mengamati dan mengatur tekanan pada suatu proses ataupun pada suatu alat tertentu dengan menggunakan perssure controller yang terpasang pada alat.
   - *Pressure indicator (PI*) adalah alat yang digunakan untuk mengamati tekanan dalam suatu alat.

4. Aliran Cairan
   - *Flow Controller (FC)*adalah instrument yang digunakan untuk mengamati dan mengatur laju aliran fliuda pada suatu alat proses tertentu dengan menggunakan flow meter yang terpasang pada alat.
   - *Flow Indicator(FI)* adalah alat yang digunakan untuk mengamati laju aliran dalam suatu alat.

2.3.3 Pengendalian Proses

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

2.3.4 Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas yang baik, efisiensi waktu perlu diperhitungkan untuk mengoptimalkan proses produksi.

2.3.5 Pengendalian Bahan Proses

Untuk mencapai kapasitas produksi yang diinginkan diperlukan bahan baku yang memenuhi kebutuhan proses, maka pengendalian bahan proses berperan penting agar tidak terjadi kekurangan selama proses produksi berlangsung.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik Natrium Nitrat perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1. Uraian Proses

3.1.1 Penyiapan Bahan Baku

Langkah penyiapan bahan baku dimaksudkan untuk mempersiapkan kondisi awal bahan baku dari penyimpanan agar sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan dalam reaktor. Bahan baku dari Tangki Penyimpanan (T-01 dan T-02) akan dipompa (P-03 dan P-04) dan masuk menuju pemanas (HE-01 dan HE-02) kemudian menuju reaktor (R-01) dengan perbandingan antara natrium hidroksida dengan asam nitrat sebesar 1:1,1. Penyimpanan bahan baku dilakukan dalam kondisi operasi suhu 30°C serta tekanan 1 atm.

3.1.2 Pembentukan Produk

Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) . Suhu operasi pada reaktor dipertahankan pada suhu 60°C. untuk menjaga suhu reaksi dilakukan pendingin dengan menggunakan jaket pendingin. Sebagian besar panas hasil reaksi dipergunakan untuk pemanasan bahan baku sehingga tercapai suhu operasional sebesar 60°C. dalam reaksi pembentukan sodium nitrat, produk keluar pada suhu 60°C, tekanan 1 atm dan dialirkan melalui (P-05) menuju evaporator.

3.1.3 Proses Pemurnian dan Pemisahan Produk

Hasil dari reaktor kemudian dipompa ke *evaporator* (EV-01) untuk dipanaskan sehingga air dan asam nitratnya menguap dan diperoleh konsentrasi natrium nitrat yang diinginkan. Hasil cair keluaran *evaporator* kemudian dipompakan (P-06) menuju *crystallizer* (Cr-01) untuk dikristalkan , sedangkan hasil uapnya akan di proses dalam kondensor (Cd-01) yang kemudian masuk ke tangki (T-03) sebagai tempat penyimpanan sementara larutan HNO_3 encer yang kemudian digunakan untuk *descaling* (merontokkan kerak) pada alat *evaporator*, *crystallizer*, dan *heat exchanger* . Selanjutnya *slurry* yang keluar dari kristalizer diumpankan ke *centrifuge*

(Cf-01) untuk memisahkan antara kristal produk dengan cairannya. *Mother liquor* berupa NaOH, Na_2CO_3, NaCl, Fe, H_2O akan dimasukkan kedalam (T-04) yang merupakan UPL .

3.1.4 Proses Pembentukan Produk Akhir

Hasil padatan yang keluar dari *centrifuge* dibawa dengan *screw conveyor* (SC-01) untuk dikurangi kandungan airnya didalam *rotary dryer* (RD-01). Untuk mengurangi kandungan air, digunakan pemanas yang berupa udara panas yang berasal dari udara sekeliling yang telah disaring kotorannya dalam filter udara yang kemudian dialirkan dengan blower (BL-01) dan dipanaskan dalam pemanas (HE-03) .

Hasil padatan yang keluar dari *rotary dryer* kemudian diangkut dengan *belt conveyor* (BC-01) kemudian ditampung di silo (SL-01). Selanjutnya produk tersebut dimasukkan ke unit *packing* dan kemudian dipasarkan.

3.2. Spesifikasi Alat/Mesin Produk

3.2.1 *Belt Conveyor* (BC – 01)

Fungsi : mengangkut kristal $NaNO_3$ dari *Rotary Dryer* sebesar 5050,5051 kg/jam

Jenis : *Belt Conveyor , Closed*

Kondisi Operasi :

- Suhu Operasi : 65,5 ^oC
- Tekanan Operasi : 1 atm

Dimensi :

- Kapasitas *belt conveyor* : 2,3746 m^3/hr
- Panjang *belt conveyor* : 37,9340 ft
- Tinggi *belt conveyor* : 6,000 ft

Daya : 0,2500 Hp

Bahan : Commercial Steel

Harga : US$ 81.726,22 / Rp 1.208.158.720,-

3.2.2 *Blower* (BL-01)

Fungsi : mengalirkan udara lingkungen ke HE-02 sebesar 1.000 kg/jam

Jenis : *Blower Centrifugal*

Kapasitas : 25.091,27 m^3/s

Daya : 0,2500 Hp

Bahan : Commercial Steel

Harga : US$ 170.262,96 / Rp 2.516.997.335,-

3.2.3 *Blower* (BL-02)

Fungsi : mengalirkan udara lingkungan dari HE-02 menuju (RD-01) sebesar 1.000 kg/jam

Jenis : *Blower Centrifugal*

Kapasitas : 29.231,75 m^3/s

Daya : 0,125 Hp

Bahan : Commercial Steel

Harga : US$ 224.179,56 / Rp 3.314.046.491

3.2.4 Centrifuge (Cr – 01)

Fungsi : memisahkan kristal $NaNO_3$ dari *mother liquor*

Jenis : *Knife - Discharge Bowl Centrifuge*

Kondisi Operasi :

- Suhu Operasi : 30 ^oC
- Tekanan Operasi : 1 atm

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel* , SA-240 grade A

Diameter *bowl* : 60 in

Kecepatan memutar : 1,8 r/min

Daya : 20 Hp

Jumlah : 1 buah

Biaya : US$ 38.592,94 / Rp 570.519.396,-

3.2.5 Evaporator (EV – 01)

Fungsi : memekatkan larutan sodium nitrat dengan menguapkan HNO_3 sebanyak 460,0189 kg/jam dan H_2O sebanyak 6.295,4912 kg/jam

Jenis : *Vertical Long – tube Evaporator*

Kondisi Operasi :

- Suhu Operasi : 101 ^oC
- Tekanan Operasi : 1 atm

Bahan Konstruksi : *SA Grade 11 Type 316*

Diameter (D) : 2 ft ; 24 in

Panjang (L) : 20 ft

Daya : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

Biaya : US$ 126.675,64 / Rp 1.872.646.017,-

3.2.6 *Filter* (F-01)

Fungsi : menyaring debu udara atmosfer sebelum masuk (HE-03)

Jenis : *Bag house filter*

Kapasitas : 57.615,1738 kg/jam

Ukuran :

- Diameter *bag* : 0,2032 m
- Panjang *bag* : 2,4384 m

Harga : US$ 137.900,00 / Rp 2.038.575.700,00

3.2.7 *Heat Exchanger* (HE 01 – Heater)

Fungsi : memanaskan bahan baku NaOH sebelum masuk kedalam Reaktor dari suhu 30 ^{0}C menjadi 60 ^{0}C

Jenis : *Double Pipe*

Bahan : *Stainless Steel*

Beban pendingin : 79.978,0776 KJ

Luas transfer panas : 19,46064 ft^2

Panjang pipa : 12 ft

Spesifikasi *Annulus* :

- Fluida Panas : Steam
- ID : 2,88 in
- OD : 2,46 in

Spesifikasi *Inner Pipe*

- Fluida Dingin : larutan umpan
- ID : 1,66 in
- OD : 1,38 in

Harga : US$ 11.237,36 / Rp 166.121.824,-

3.2.8 *Heat Exchanger* (HE 02 – Heater)

Fungsi : memanaskan bahan baku HNO_3 sebelum masuk kedalam Reaktor dari suhu 30 ^{0}C menjadi 60 ^{0}C

Jenis : *Double Pipe*

Bahan : *Stainless Steel*

Beban pendingin : 84.454,05 KJ

Luas transfer panas : 18,072 ft^2

Panjang pipa : 12 ft

Spesifikasi *Annulus* :

- Fluida Panas : Steam
- ID : 2,88 in
- OD : 2,46 in

Spesifikasi *Inner Pipe*

- Fluida Dingin : larutan umpan
- ID : 1,66 in
- OD : 1,38 in

Harga : US$ 11.237,36 / Rp 166.121.824,-

3.2.9 *Heat Exchanger (HE-03)*

Fungsi : memanaskan udara sebelum masuk blower (BL-02) sebagai udara pengering (RD-01) dari dari suhu 30 ^{0}C menjadi 150 ^{0}C

Jenis : *Double Pipe*

Bahan : *Stainless Steel*

Beban pendingin : 4.206,07 KJ

Luas transfer panas : 9,036 ft^2

Panjang pipa : 12 ft^2

Spesifikasi *Annulus* :

- Fluida Panas : Steam
- ID : 2,88 in
- OD : 2,46 in

Spesifikasi *Inner Pipe*

- Fluida Dingin : larutan umpan
- ID : 1,66 in
- OD : 1,38 in

Harga : US$ 11.350,36 / Rp 167.799.822,35,-

3.2.10 Kondenser (Cd-01)

Fungsi : mengubah uap HNO_3 menjadi air yang akan dialirkan menuju aliran (T-02) sebanyak 6,755,5101 kg/jam

Jenis : *Horizontal Condenser*

Kondisi Operasi :

- Suhu Operasi :
  Hot fluid : 101,15^{0}C – 40,15^{0}C
  Cold fluid : 30^{0}C - 45^{0}C
- Tekanan Operasi : 1 atm

Spesifikasi :

- Kapasitas : 405.795,8 m^3/jam
- Luas transfer panas : 4,7112 ft^2

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel*

Jumlah : 1 buah

Biaya : US$ 800,00 / Rp 11.826.400,00,-

3.2.11 Kristalizer (Cr-01)

Fungsi : mengkristalkan $NaNO_3$ sebanyak 5.585,6576 kg/jam

Jenis : *Swenson – Walker Crystallizer*

Kondisi Operasi :

- Suhu Operasi : 40 ^oC
- Tekanan Operasi : 1 atm

Bahan Konstruksi : *SA 283 Grade C*

Diameter (D) : 2 ft ; 24 in

Panjang (L) : 36 ft

Putaran Pengaduk : 15 rpm

Daya : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

Biaya :US$ 38.592,94 / Rp 570.519.396,-

3.2.12 Pompa (P – 01)

Fungsi : mengalirkan NaOH dari truk pengangkut menuju tangki penyimpanan (T – 01) sebanyak 5.070,7547 kg/jam

Jenis : Pompa Centrifugal

Spesifikasi Pipa :

- IPS : 0,375 in
- ID : 0,493 in
- OD : 0,675 in
- *Schedule* : 40

Spesifikasi pompa :

- Kapasitas pompa : 3,3646 gpm
- *Friction head* : 1,9947 ft
- *Head* pompa : 8,1849 ft
- Motor standard : 1 Hp

Bahan : *Commercial steel*

Harga : US$ 4.000,00 / Rp 59.132.000,00,-

3.2.13 Pompa (P – 02)

Fungsi : mengalirkan HNO3 dari truk pengangkut menuju tangki penyimpanan (T-02) sebanyak 7.270,4131 kg/jam

Jenis : Pompa Centrifugal

Spesifikasi Pipa :

- IPS : 0,5 in
- ID : 0,546 in
- OD : 0,84 in
- *Schedule* : 40

Spesifikasi pompa :

- Kapasitas pompa : 18,3732 gpm
- *Friction head* : 0,1221 ft
- *Head* pompa : 0,7218 ft
- Motor standard : 2 Hp

Bahan : *Commercial steel*

Harga : US$ 4.000,00 / Rp 59.132.000,00,-

3.2.14 Pompa (P – 03)

Fungsi : mengalirkan NaOH dari tangki penyimpanan (T-01) menuju *heat exchanger* (HE-01) sebelum masuk kedalam reactor (R-01) sebanyak 5.070,7547 kg/jam

Jenis : Pompa Centrifugal

Spesifikasi Pipa :

- IPS : 0,375 in
- ID : 0,493 in
- OD : 0,675 in
- *Schedule* : 40

Spesifikasi pompa :

- Kapasitas pompa : 3,3646 gpm
- *Friction head* : 1,9947 ft
- *Head* pompa : 8,1849 ft
- Motor standard : 1 Hp

Bahan : *Commercial steel*

Harga : US$ 4.000,00 / Rp 59.132.000,00,-

3.2.15 Pompa (P – 04)

Fungsi : mengalirkan HNO_3 menuju *heat exchanger* (HE-02) sebelum masuk kedalam reactor (R-01) sebanyak 7.270,4131 kg/jam

Jenis : Pompa Centrifugal

Spesifikasi Pipa :

- IPS : 0,5 in
- ID : 0,546 in
- OD : 0,84 in
- *Schedule* : 40

Spesifikasi pompa :

- Kapasitas pompa : 18,732 gpm
- *Friction head* : 0,1221 ft
- *Head* pompa : 0,7218 ft
- Motor standard : 2 Hp

Bahan : *Commercial steel*

Harga : US$ 4.000,00 / Rp 59.132.000,00,-

3.2.16 Pompa (P – 05)

Fungsi : mengalirkan keluaran reactor (R-01) menuju Evaporator (EV-01) sebanyak 12.341,1677 kg/jam

Jenis : Pompa Centrifugal

Spesifikasi Pipa :

- IPS : 0,5 in
- ID : 0,622 in
- OD : 0,84 in
- *Schedule* : 40

Spesifikasi pompa :

- Kapasitas pompa : 294,940 gpm
- *Friction head* : 0,1607 ft
- *Head* pompa : 5,9607 ft
- Motor standard : 2 Hp

Bahan : *Commercial steel*

Harga : US$ 4.000,00 / Rp 59.132.000,00,-

3.2.17 Pompa (P – 06)

Fungsi : mengalirkan keluaran Evaporator (EV-01) menuju Kristallizer (Cr-01) sebanyak 5.585,6576 kg/jam

Jenis : Pompa Centrifugal

Spesifikasi Pipa :

- IPS : 0,375 in
- ID : 0,493 in
- OD : 0,675 in
- *Schedule* : 40

Spesifikasi pompa :

- Kapasitas pompa : 841,6859 gpm
- *Friction head* : 0,2151 ft

- *Head* pompa : 5,7151 ft
- Motor standard : 3 Hp

Bahan : *Commercial steel*

Harga : US$ 4.200,00 / Rp 62.088.600,00,-

3.2.18 Pompa (P – 07)

Fungsi : mengalirkan keluaran Kristalizer (Cr-01) menuju *Centrifuge* (Cf-01) sebanyak 5.585,65 kg/jam

Jenis : Pompa Centrifugal

Spesifikasi Pipa :

- IPS : 0,125 in
- ID : 0,269 in
- OD : 0,405 in
- *Schedule* : 40

Spesifikasi pompa :

- Kapasitas pompa : 765,7708 gpm
- *Friction head* : 0,5684 ft
- *Head* pompa : 6,0684 ft
- Motor standard : 3 Hp

Bahan : *Commercial steel*

Harga : $ 4.100,00 / Rp 60.610.300,00,-

3.2.19 Pompa (P – 08)

Fungsi : mengalirkan keluaran *Centrifuge* atas (Cf-01) menuju tangki penyimpanan produk samping (T-04)

Jenis : Pompa Centrifugal

Spesifikasi Pipa :

- IPS : 0,125 in

- ID : 0,269 in
- OD : 0,405 in
- *Schedule* : 40

Spesifikasi pompa :

- Kapasitas pompa : 51,9038 gpm
- *Friction head* : 0,5684 ft
- *Head* pompa : 6,0684 ft
- Motor standard : 1 Hp

Bahan : *Commercial steel*

Harga : US$ 4.100,00 / Rp 60.610.300,00,-

3.2.20 Pompa (P – 09)

Fungsi : mengalirkan keluaran uap Kondenser (Cd-01) menuju tangki penyimpanan produk samping (T-03) sebanyak 6.755,5101 kg/jam

Jenis : Pompa Centrifugal

Spesifikasi Pipa :

- IPS : 0,125 in
- ID : 0,405 in
- OD : 0,215 in
- *Schedule* : 40

Spesifikasi pompa :

- Kapasitas pompa : 22,9802 gpm
- *Friction head* : 0,7855 ft
- *Head* pompa : 1,2855 ft
- Motor standard : 2 Hp

Bahan : *Commercial steel*

Harga : US$ 4.000,00 / Rp 59.132.000,00,-

3.2.21 Reaktor (R-01)

Fungsi : mereaksikan natrium hidroksida dan asam nitrat menjadi natrium nitrat sebanyak 1.650.574,8988 kg/jam

Jenis : RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk)

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 60 ^{o}C

Dimensi :

- Volume reactor : 1,7847 m^3
- Tinggi tangki total : 2,4216 m
- Diameter *shell* : 1,2374 m
- Jenis pengaduk : *Flate Blade Turbin*
- Tebal *head* : ¼ in
- Tebal *shell* : 3/16 in
- Bahan jaket : *Stainless Steel* , SA - 135
- Tinggi jaket : 1,8561 m
- Tebal jaket : 3/16 in

Jenis Motor : *Variable – speed belt (33 – 200 rpm)*

Daya motor : 5 Hp

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless Steel* , SA – 135

Harga : US$ 408.842,18 / Rp 6.049.392.513,53,-

3.2.22 *Rotary Dryer* (RD – 01)

Fungsi : mengeringkan produk asam adipat keluaran dari *Centrifuge* (Cf-01) sebanyak 5.362,2313 kg/jam

Jenis : *Single Shell Direct Heat Rotary*

Kondisi Operasi :

- Suhu Operasi : 30 ºC - 65,5 ºC
- Tekanan Operasi : 1 atm

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel* , SA 283 Grade B

Jumlah Alat : 1 buah

Dimensi Alat :

- Diameter *shell* : 8,5365 ft
- Panjang *shell* : 59,8813 ft
- Tebal *shell* : 3/16 in
- Putaran *Rotary Dryer* : 3,3576 rpm
- *Slope* kemiringan *Rotary Dryer* : 0,22
- *Power* memutar *Rotary Dryer* : 5,000 Hp

Biaya : US$ 357.552,22 / Rp 5.285.694.404,-

3.2.23 *Screw Conveyor* (SC-01)

Fungsi : mengangkut $NaNO_3$ dari *Centrifuge* (Cf-01) menuju *Rotary Dryer* (RD-01) sebanyak 5.362,2313 kg/jam

Kondisi Operasi :

- Suhu Operasi : 30 ºC
- Tekanan Operasi : 1 atm

Dimensi :

- Volume *screw conveyor* : 2,410395 m^3/hr
- Panjang *srew conveyor* : 8 ft

Daya : 0,06 Hp

Bahan : Commercial Steel

Harga : US$ 207.720,81 / Rp 3.070.736.749 ,-

3.2.24 Silo (SL – 01)

Fungsi : sebagai tempat penyimpanan produk $NaNO_3$ sebanyak 5.050,5051 kg/jam

Jenis : *Vertical Tank , flat head , with conical bottom*

Kondisi Operasi :

- Suhu Operasi : 30 ^oC
- Tekanan Operasi : 1 atm

Spesifikasi :

- Diameter silo : 5,139 m
- Lebar silo : 5,147 m
- Tinggi silo : 9,649 m
- Tebal *shell* : 0,313 in
- Tebal *head* : 0,313 in

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel* , SA 167 Grade 11

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 306.473,33 / Rp 4.530.595.203,-

3.2.25 Tangki Natrium Hidroksida (NaOH) (T-01)

Fungsi : menyimpan bahan baku natrium hidroksida 5.070,7547 kg/jam selama 7 hari

Jenis : Silinder Tegak Berbentuk Conical

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30 ^oC

Dimensi :

- Volume tangki : 1.450,49 m^3
- Diameter tangki : 4,572 m
- Tinggi tangki : 6,4848 m
- Tebal *shell* : 0,002935
- Tinggi *shell* : 18 ft
- Tebal *plat bottom* : 0,3125
- Tebal *plat roof* : 0,1875

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*

Biaya : US$ 65.153,96 / Rp 963.170.980 ,-

3.2.26 Tangki Asam Nitrat (HNO_3) (T-02)

Fungsi : menyimpan bahan baku asam nitrat sebanyak 7.270,4131 kg/jam selama 7 hari

Jenis : Silinder Tegak Berbentuk Conical

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30 ^oC

Dimensi :

- Volume tangki : 1.450,4965m^3
- Diameter tangki : 4,572 m
- Tinggi tangki : 6,4848 m
- Tebal *shell* : 0,002935
- Tinggi *shell* : 18 ft
- Tebal *plat bottom* : 0,3125
- Tebal *plat roof* : 0,1875

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel*

Biaya : US$ 7.945,60 / Rp 117.459.875,65 ,-

3.2.27 Tangki UPL (T – 04)

Fungsi : menampung keluaran (Cf-01) sebanyak 223,4263 kg/jam selama 7 hari

Jenis : Silinder Tegak Berbentuk Conical

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30 ºC

Dimensi :

- Volume tangki : 1.290,4345 m^3
- Diameter tangki : 12,192 m
- Tinggi tangki : 12,8016 m
- Tebal *shell* : 0,3794 in
- Tinggi *shell* : 40 ft
- Tebal *plat bottom* : 0,3125
- Tebal *plat roof* : 0,1875

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel*

Biaya : US$ 34.800,00 / Rp 514.448.400,00,-

3.2.28 Tangki Penyimpanan Produk Samping (T-03)

Fungsi : menyimpan keluaran Kondenser (Cd-01) sebanyak 6.755,5101 kg/jam selama 7 hari

Jenis : Silinder Tegak Berbentuk Conical

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30 ºC

Dimensi :

- Volume tangki : 1.290,4325 m^3
- Diameter tangki : 11,8020 m
- Tinggi tangki : 11,8020 m
- Tebal *shell* : 0,3794 in
- Tinggi *shell* : 42 ft
- Tebal *plat bottom* : 0,3125
- Tebal *plat roof* : 0,1875

Jumlah : 1 buah
Bahan Konstruksi : *Stainless Steel*
Biaya : US$ 34.800,00 / Rp 514.448.400,00,-

3.3. Perencanaan Produksi

3.3.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersedian bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas produksi pabrik. Diperkirakan kebutuhan natrium nitrat akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan dengan kapasitas produksi sebesar 40.000 ton/tahun yang bahan bakunya natrum hidroksida dapat diperoleh dari PT. Asahimas Suberta Chemical di Cilegon sedangkan untuk bahan baku asam nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Mulia di Cikampek.

3.3.2. Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan

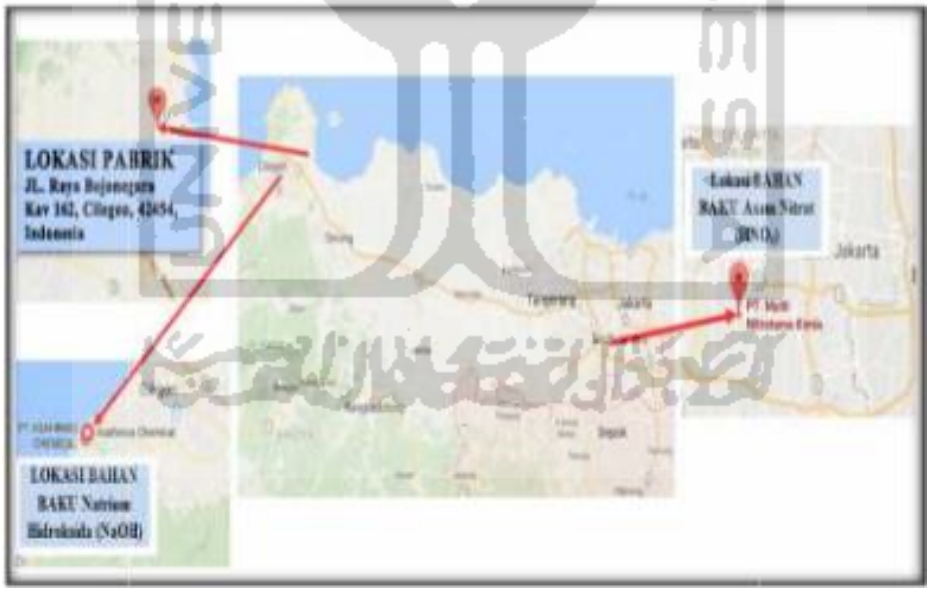
proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu yang paling penting dalam pendirian suatu pabrik untuk kelangsungan operasi pabrik. Hal tersebut dapat mempengaruhi perkembangan suatu pabrik, ada beberapa pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik antara lain lokasi pabrik dari sumber bahan baku , alat angkutan transportasi , tenaga kerja , utilitas , keadaan iklim , dan factor penunjang lainnya .Beberapa factor tersebut harus dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik agar menghasilkan keuntungan yang besar. Dalam perancangan ,pendirian pabrik sodium nitrat dari sodium hidroksida dan asam nitrat di pilih di Cilegon, Banten.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik Natrium Nitrat

Pertimbangannya dijelaskan sebagai berikut:

1. **Ditinjau dari lokasi sumber bahan baku**

   Lokasi ini dipilih karena berdekatan dengan sumber bahan baku (Sodium Hidroksida dan Asam Nitrat). Bahan baku Asam nitrat berasal dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek. Bahan baku Sodium hidroksida berasal dari PT. Asahimas Chemical, Cilegon.

2. **Alat angkutan (transportasi)**

   Kawasan industri Cilegon dekat dengan Pelabuhan Merak dan tersedia sarana transportasi jalan raya, sehingga mempermudah sistem pengiriman bahan baku dan produk.

3. **Tenaga Kerja**

   Kawasan industri Cilegon terletak di daerah Serang, Banten dan berdekatan dengan Jabotabek yang memiliki banyak lembaga pendidikan formal maupun non formal dimana banyak dihasilkan tenega kerja ahli maupun non ahli, sehingga tenaga kerja mudah didapatkan.

4. **Utilitas**

   Lokasi yang dipilih dekat dengan sumber Sarana utilitas utama yaitu air dan listrik masing-masing dipenuhi dari pihak pengelola kawasan industri, baik dari sumber air tanah maupun sungai serta jaringan PLN setempat (untuk kebutuhan listrik).

5. **Keadaan Iklim**

   Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang cukup stabil karena memiliki iklim rata-rata yang cukup baik. Seperti daerah lain di Indonesia yang beriklim tropis. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor ataupun banjir sangat jarang terjadi di Cilegon sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar. Selain itu juga, di

Cilegon sudah terdapat banyak pabrik yang berdiri, sehingga perizinan pendirian suatu pabrik akan lebih mudah.

6. Faktor Penunjang Lain

Faktor penunjang tidak secara langsung berperan dalam proses tetapi proses penunjang ini sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor penunjang yang meliputi :

a. Perluasan area pabrik

Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik lebih lanjut. Cilegon merupakan kawasan industri, sehingga lahan di daerah tersebut telah disiapkan untuk pendirian dan pengembangan suatu pabrik.

b. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam hal perijinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang terpenting dalam proses pendirian suatu pabrik, karena ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Hal-hal yang harus diperhatikan tersebut antara lain :

- Segi keamanan kerja terpenuhi.
- Pengoperasian, pengontrolan pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- Pemanfaatan area tanah seefisien mungkin.

c. Prasarana dan fasilitas sosial

Pemilihan lokasi di Cilegon telah mempertimbangkan bahwa daerah tersebut telah memiliki sarana dan prasarana yang meliputi jalan, bank,

jaringan telekomunikasi, sarana pendidikan dan hiburan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik harus dipikirkan dan dipersiapkan, terutama untuk penempatan alat-alat produksi sehingga keselamatan, keamanan dan kenyamanan bagi karyawan dapat dipenuhi. *Layout* pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat kerja karyawan, tempat perakitan, tempat penimbunan bahan baku maupun produk.

Selain peralatan yang tercantum didalam *flowsheet* proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poli klinik, laboratorium, kantin, pos keamanan dan sebagainya hendaknya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu, dan ditinjau dari segi lalu lintas barang dan keamanan.

Secara umum tujuan perencanaan *layout* adalah untuk mendapatkan kombinasi yang optimal antara fasilitas-fasilitas produksi. Dengan adanya kombinasi yang optimal ini diharapkan proses produksi akan berjalan lancar dan para karyawan juga akan selalu merasa senang dengan pekerjaannya. Namun dari tujuan yang sangat umum tersebut maka beberapa pokok tujuan yang akan dicapai dengan perencanaan *layout* yang baik adalah sebagai berikut (Ahyari, 1983) :

- Simplifikasi dari proses produksi
- Minimasi biaya *material handling*
- Mendapatkan penggunaan luas lantai / ruang yang efektif
- Mendapatkan kepuasan karyawan serta kemauan kerja

- Menghindarkan pengeluaran kapital yang tidak begitu penting
- Mendorong efektifitas penggunaan karyawan

Secara garis besar *layout* pabrik tebagi atas beberapa daerah utama yaitu :

a. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung. Area ini terdiri dari:
b. Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik yang mengatur kelancaran operasi.
c. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.
d. Fasilitas-fasilitas bagi karyawan seperti : poli klinik, kantin, aula, dan masjid.

4. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

   Daerah proses dan ruang kontrol merupakan tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah pergudangan, umum, bengkel dan garasi
4. Daerah utilitas dan pemadaman kebakaran

   Daerah utilitas dan pemadaman kebakaran merupakan pusat lokasi kegiataan penyediaan air, *steam*, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran. Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.1. Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

Luas tanah : 29.000 m^2

No	Lokasi	Luas, m^2
1	Pos Keamanan	40
2	Kantor Pusat Perusahaan	3000
3	Area Parkir	1200
4	Ruang Serba Guna	350
5	Masjid	400
6	Koperasi	150
7	Kantin	200
8	*Clinic*	120
9	Unit Pemadam Kebakaran	150
10	Gudang	150
11	Bengkel	180
12	*Control Room Utility*	150
13	Utilitas	1500
14	Area Perluasan	5000
15	Mesh	400

16	Laboraturium	375
17	Gudang Bahan Kimia	120

Tabel 4.1. Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik (Lanjutan)

No	**Lokasi**	**Luas, m^2**
18	*Control Room Process*	150
19	Kantor Produksi	1500
20A	Penyimpanan Produk	900
20B	Penyimpanan Bahan Baku	1200
21	Area Proses	12500
	Luas Area Terpakai	**28360**

4.3. Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan pengaturan letak peralatan proses pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga efisien. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah :

1. Aliran bahan baku dan produk

   Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan pada saat produksi berlangsung.

2. Aliran udara

Diperlukannya perhatian mengenai kelancaran aliran udara didalam dan disekitar area proses. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan bagi keselamatan para pekerja, dan selain itu juga harus memperhatikan arah hembusan arah angin.

3. Operasi

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

4. Pencahayaan

Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi untuk keselamatan, maka harus diberikan penerangan tambahan. Selain itu, penerangan seluruh pabrik haruslah memadai demi keselamatan.

5. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan *layout* peralatan, maka yang perlu diperhatikan agar pekerja dapat mecapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, dan selain itu juga keamanan menjadi prioritas utama.

6. Keamanan

Letak alat–alat proses harus tepat dan sebaik mungkin, apabila terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap di dalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau

alat pemadam kebakaran. Selain itu tata letak proses harus dirancangan sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- Dapat mengektifkan penggunaan luas lantai.
- Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting.
- Jika tata letak peralatan proses sedemikiam rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

7. Perawatan

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

8. Perluasan dan pengembangan pabrik

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

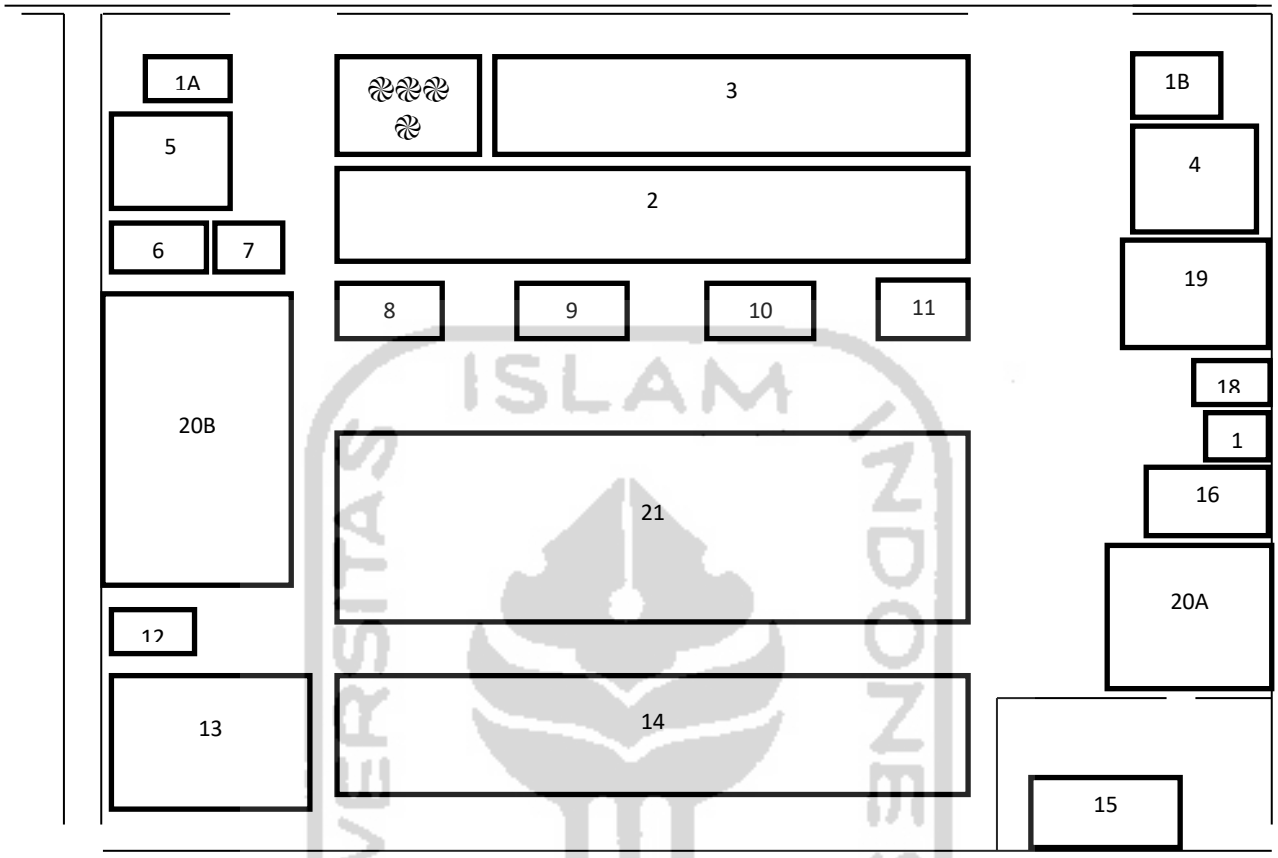
9. Pertimbangan ekonomi

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

10. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya

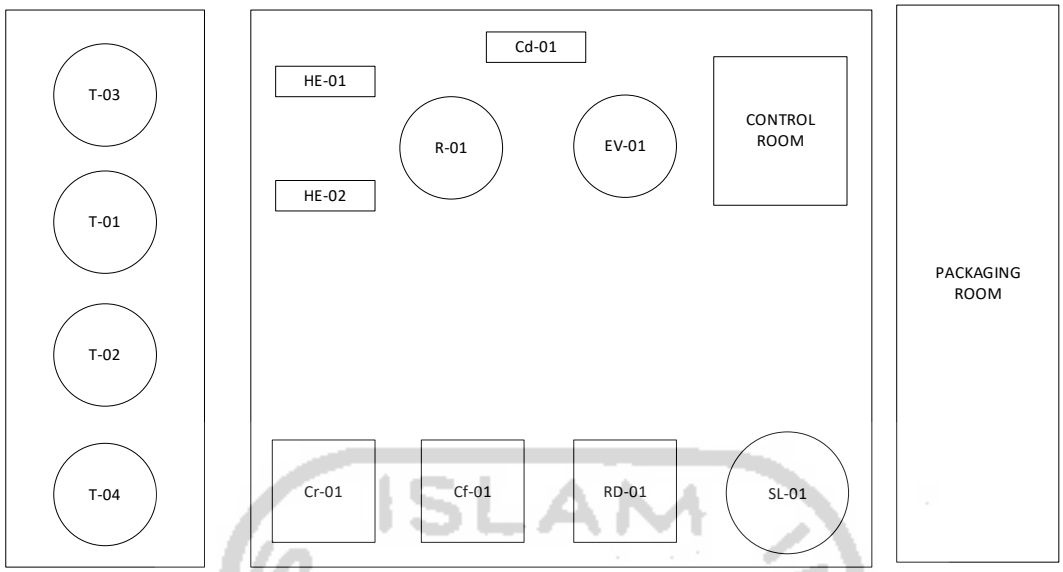
Jalan Raya



Gambar 4.2. *Layout* pabrik Natrium Nitrat skala 1:100

Keterangan :

1A. Pos Keamanan
1B. Kantor Keamanan
2. Kantor Pusat Perusahaan
3. Area Parkir
4. Ruang Serba Guna
5. Masjid
6. Koperasi
7. Kantin
8. *Clinic*
9. Pemadam Kebakaran
10. Gudang
11. Bengkel
12. Kontrol Utilitas
13. Utilitas
14. Area Perluasan
15. Mesh
16. *Quality Control*(lab)
17. Gudang Bahan Kimia
18. Kontrol Proses
19. Kantor Produksi
20A. Penyimpanan Produk
20B. Penyimpanan bahan Baku
21. Area Proses



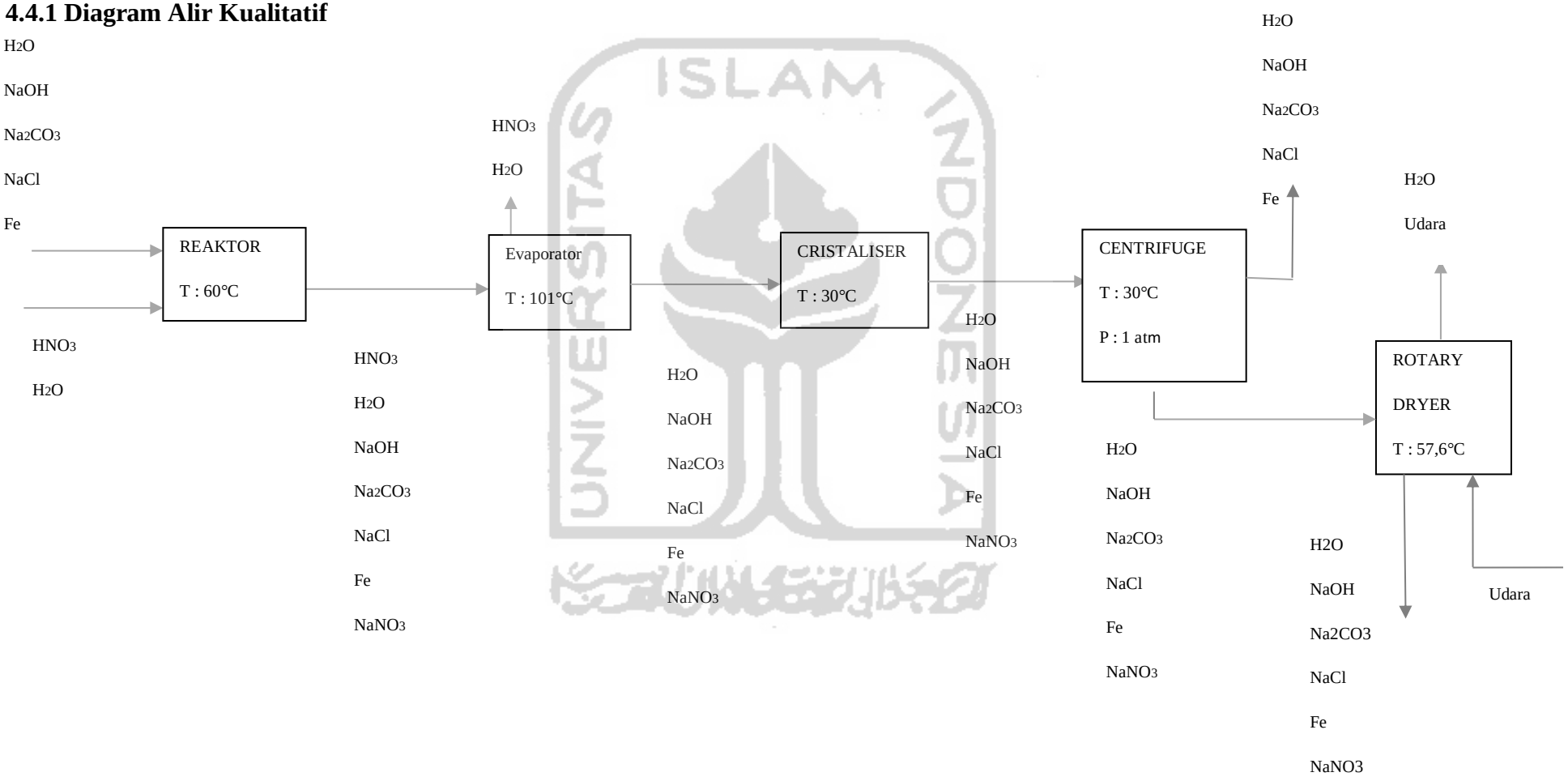
Gambar 4.3. Tata Letak Alat Proses Pabrik Natrium Nitrat Skala 1: 50

Keterangan Gambar :

1. Tangki (T-01)
2. Tangki (T-02)
3. Tangki (T-03)
4. Tangki (T-04)
5. Reaktor (R-01)
6. Evaporator (EV-01)
7. Kondenser (Cd-01)
8. Heat Exchanger-01 (HE-01)
9. Heat Exchanger-02 (HE-02)
10. Cristalizer (CR-01)
11. Centrifuge (CF-01)
12. Rotary Dryer (RD-01)
13. Silo (SL-01)

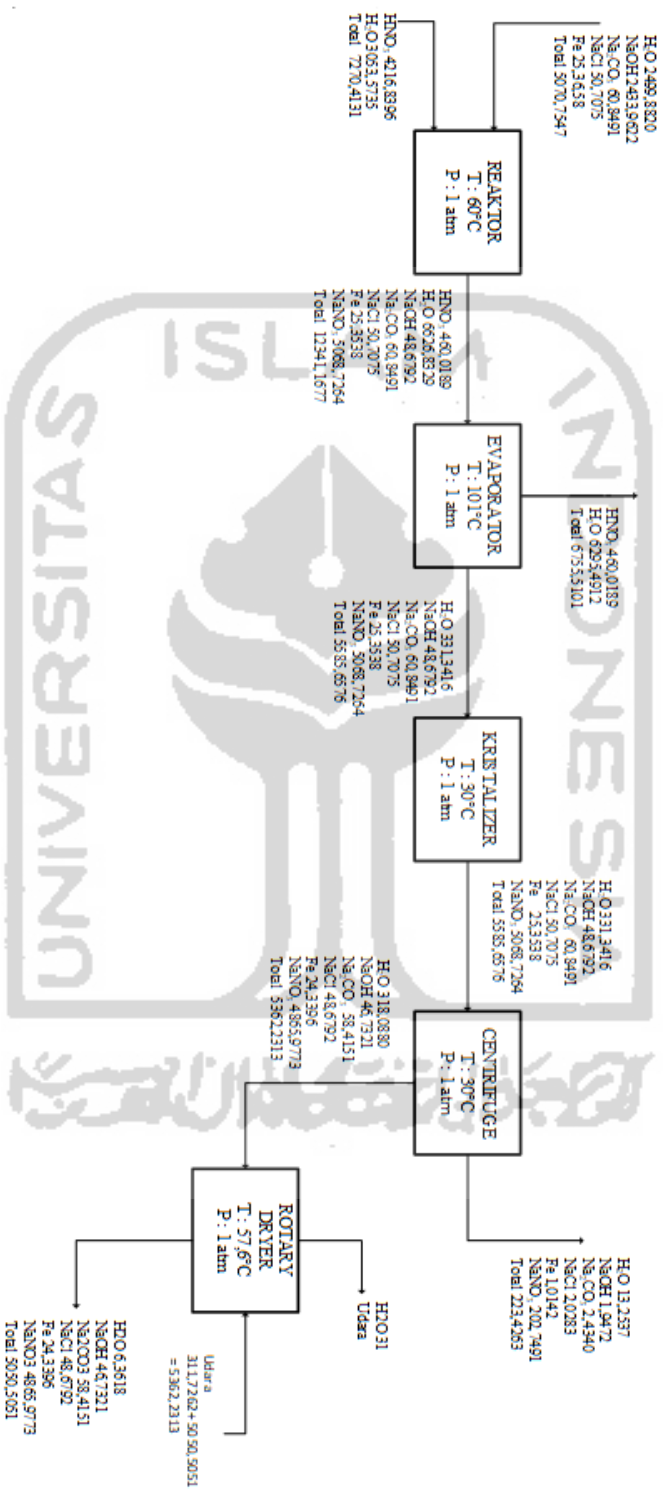
4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4. Diagram Alir Kualitatif Pabrik Natrium Nitrat

4.4.2. Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.5. Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Natrium Nitrat

4.4.3. Neraca Massa

4.4.3.1. Neraca Massa Total

Tabel 4.2. Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
NaOH	2433,9622	48,6792
Na2CO3	60,8491	60,8491
NaCl	50,7075	50,7075
Fe	25,3538	25,3538
H2O	5553,4555	6626,8329
HNO3	4216,8396	460,0189
NaNO3 (s)		5068,7264
udara (O)	48012,6448	48012,6448
TOTAL	60353,8125	60353,8125

4.4.3.2. Reaktor (R-01)

Tabel 4.3. Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaOH	2433,9622		48,6792
Na_2CO_3	60,8491		60,8491
NaCl	50,7075		50,7075
Fe	25,3538		25,3538
H_2O	2499,8820	3053,5735	6626,8329
HNO_3		4216,8396	460,0189
$NaNO_3$			5068,7264
TOTAL	12341,1677		12341,1677

4.4.3.3. Evaporator (EV-01)

Tabel 4.4. Neraca Massa Evaporator (EV-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
NaOH	48,6792		48,6792
Na_2CO_3	60,8491		60,8491
NaCl	50,7075		50,7075
Fe	25,3538		25,3538
H_2O	6626,8329	6295,4912	331,3416
HNO_3	460,0189	460,0189	0,0000
$NaNO_3$	5068,7264		5068,7264
TOTAL	12341,1677	12341,1677	

4.4.3.4. Kondensor (CD-01)

Tabel 4.5. Neraca Massa Kondensor (CD-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 4	Arus 4
HNO3	6295,491	6295,491
H20	460,0189	460,0189

Total	6755,51	6755,51

4.4.3.5 Kristalizer (CR-01)

Tabel 4.6. Neraca Massa Kristalizer (CR-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 5	Arus 6
NaOH	48,6792	48,6792
Na_2CO_3	60,8491	60,8491
NaCl	50,7075	50,7075
Fe	25,3538	25,3538
H_2O	331,3416	331,3416
HNO_3	0,0000	0,0000
NaNO3	0,0000	4967,3518
	5068,7264	101,3745
TOTAL	5585,6576	5585,6576

4.4.3.6 Centrifuge (CF-01)

Tabel 4.7. Neraca Massa Centrifuge (CF-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
NaOH	48,6792	46,7321	1,9472
Na_2CO_3	60,8491	58,4151	2,4340
NaCl	50,7075	48,6792	2,0283
Fe	25,3538	24,3396	1,0142
H_2O	331,3416	318,0880	13,2537
NaNO3 (s)	4967,3518	4768,6578	198,6941
$NaNO_{3\,(l)}$	101,3745	97,3195	4,0550
TOTAL	5585,6576	5585,6576	

4.4.3.7. Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 4.8. Neraca Massa Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 10	Arus 9	Arus 11
NaOH	46,7321		46,7321	
Na_2CO_3	58,4151		58,4151	
NaCl	48,6792		48,6792	
Fe	24,3396		24,3396	
H_2O	318,0880		6,3618	311,7262
NaNO3 (s)	4768,6578		4865,9773	
$NaNO_{3\,(l)}$	97,3195			
udara (O)		48012,6448		48012,6448
TOTAL	53374,8761		53374,8761	

4.4.4. Neraca Panas

Suhu Referensi = 25 º C

4.4.4.1 Reaktor (R-01)

Tabel 4.9 . Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)
	Tangki 1	Tangki 2	Keluar Reaktor
NaOH	186624,3146	-	3732,4863
Na_2CO_3	3094,1171	-	3094,1171
NaCl	2841,8046	-	2841,8046
Fe	1004,6908	-	1004,6908
H_2O	443669,1232	472409,4619	1176103,9430
HNO_3	637234,0503	541936,0775	51535,5777
$NaNO_3$	-	-	296997,5486
Subtotal	1651579,5896		1535310,1680
Panas Reaksi	-62136,6119		-
Pendingin	-		178406,0335
Total	1713716,2015		1713716,2015

4.4.4.2 Evaporator (EV-01)

Tabel 4.10. Neraca Panas Evaporator (EV-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	
	Masuk Evaporator	Keluar atas Evaporator	Keluar Evaporator
NaOH	3732,4860	-	8047,3326
Na_2CO_3	3094,1171	-	6718,6543
NaCl	2841,8048	-	5545,1403
Fe	1004,6908	-	2023,6580
H_2O	1176103,7923	899991,2116	105267,0798
HNO_3	51535,5773	31948,7635	-
$NaNO_3$	296997,5486	-	644908,9627
Subtotal	1535310,0168	1704450,8027	
Panas Penguapan	183187,4345	14046,6486	
Total	1718497,4513	1718497,4513	

4.4.4.3 Kondenser (CO -01)

Tabel 4.11. Neraca Panas Kondenser (CO-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Masuk	2469674,007	-
Keluar	-	168560,648
Air Pendingin	-	2301113,3594
Total	2469674,007	2469674,007

4.4.4.4 Kristalizer (CR-01)

Tabel 4.12. Neraca Panas Kristalizer (CR-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
	Masuk Kristalizer	Keluar Kristalizer
NaOH	8047,332675	1048,056654
Na2CO3	6718,654251	529,6881616
NaCl	5545,140089	647,9375968
Fe	2023,658049	174,1736575
H20	105267,0798	8598,040009
NaNO3 (l)	-	5091,386547
NaNO3 (s)	644908,9627	46382,7819

Subtotal	772510,8275	62472,06453
Q Pendingin	-	710038,7578
Total	772510,8275	772510,8224

4.4.4.5 *Centrifuge* (CF-01)

Tabel 4.13. Neraca Panas *Centrifuge* (CF-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	
	Masuk Centrifuge	Keluar Atas Centrifuge	Keluar Bawah Centrifuge
NaOH	1048,056654	41,92226617	1006,134388
Na2CO3	529,6881616	21,18752647	508,5006352
NaCl	647,9375968	25,91750387	622,0200929
Fe	174,1736575	6,966946301	167,2067112
H20	8598,040009	343,9216004	8254,118409
NaNO3 (s)	46382,7819	-	46382,7819
NaNO3 (l)	5091,386547	5091,386547	-
Total	62472,06453	62472,06453	

4.4.4.6 Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 4.14. Neraca Panas *Rotary Dryer* (RD-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
	Masuk Rotary Dryer	Udara Masuk Rotary Dryer	Keluar Atas Rotary Dryer	Keluar Bawah Rotary Dryer
NaOH	1006,1344	-	-	4594,4477
Na_2CO_3	508,5006	-	-	2292,3107
NaCl	622,0201	-	-	2840,0745
Fe	167,2067	-	-	761,2385
Na2SO4	0,0000	-	-	0,0000
HNO3	0,0000	-	-	0,0000
NaNO3 (s)	46382,7819	-	-	209092,6532
NaNO3 (l)	0,0000	-	-	0,0000
H2O	8254,1184	-	35269,7219	784,9381
N_2	-	2959747,0500	2514837,3748	-
O_2	-	802436,5287	643371,1014	-
Subtotal	3819124,3408		3413843,8606	
Panas Penguapan	-		405280,4802	
Total	3819124,3408		3819124,3408	

4.4.4.7 *Heat Exchanger - Heater* (HE-01)

Tabel 4.15. Neraca Panas *Heater* (HE-01)

Input	kj/jam	Output	kj/jam
ΔH1	91474,077	ΔH2	1173230,537
Qpemanas	1081756,460		
Total	1173230,537		1173230,537

4.4.4.8 *Heat Exchanger - Heater* (H-02)

Tabel 4.16. Neraca Panas Heater (H-02)

Input	kj/jam	Output	kj/jam
ΔH3	149081,161	ΔH4	1013969,657
Qpemanas	864888,496		
Total	1013969,657		1013969,657

4.4.4.9 *Heat Exchanger - Heater* (H-03)

Tabel 4.17. Neraca Panas Heater (H-03)

Input	kj/jam	Output	kj/jam
ΔH udara	437488,4508	ΔH udara	6583821,263
Qpemanas	6146332,812		

Total	6583821,26300		6583821,26300

4.5 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk sesuai yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menghindari kerusakan alat dan menjaga kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik, dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan dibuat dengan sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapatkan perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat yang berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

Over head merupakan jenis pengecekan dan perbaikan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Repairing merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki

bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*, yaitu sebagai berikut :

a. Umur alat

Semakin tua alat makan semakin banyak pula perawatan yang perlu dilakukan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas salah satu yang menyebabkan kerusakan alat, sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

c. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)

5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahaan Air (*Water Treatment System*)

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Natrium Nitrat ini, sumber air yang digunakan berasal air sungai yang terdekat dengan pabrik, Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontiniuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
3. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
4. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan pada pabrik ini adalah :

- Air pendingin

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

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

- Tidak terdekomposisi.

- Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

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

  - Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

    Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2, CO_2, H_2S dan NH_3, O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

  - Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

    Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

  - Zat yang menyebabkan *foaming*

    Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

- Air Domestik

  Air domestik adalah air yang akan digunakan untuk keperluan domestik. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium,masjid. Air domestik harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

  - Syarat fisika, meliputi:

    Suhu : Di bawah suhu udara

    Warna : Jernih

    Rasa : Tidak berasa

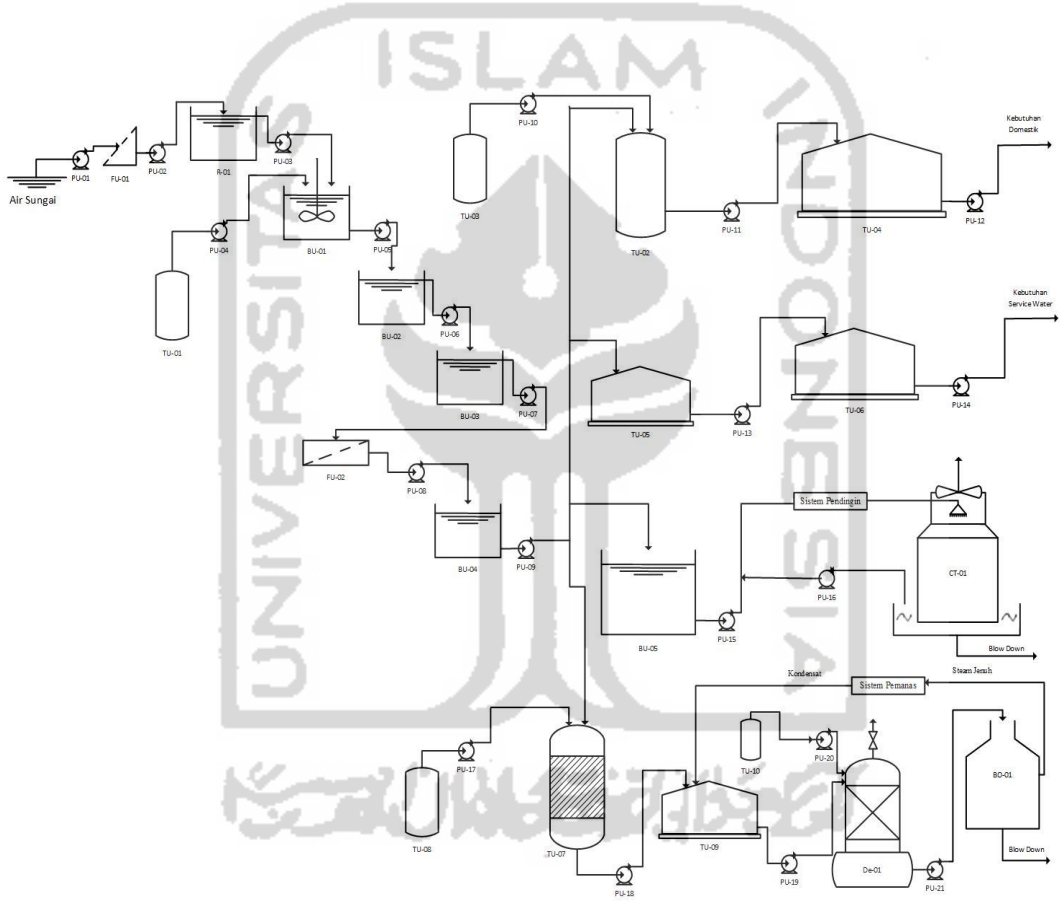
    Bau : Tidak berbau

  - Syarat kimia, meliputi:

Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air serta tidak mengandung bakteri.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan pabrik Natrium Nitrat ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Berikut ini merupakan diagram alir pengolahan air :



Gambar 4.6 Diagram Pengolahan Air

Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : Screening
3. R-01 : Reservoir

4. BU-01 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
5. TU-01 : Tangki Alum
6. BU-02 : Bak Pengendap I
7. BU-03 : Bak Pengendap II
8. FU-02 : Sand Filter
9. BU-04 : Bak Penampung Air Bersih
10. TU-02 : Tangki Klorinasi
11. TU-03 : Tangki Kaporit
12. TU-04 : Tangki Air Kebutuhan Domestik
13. TU-05 : Tangki *Service Water*
14. TU-06 : Tangki Air Bertekanan
15. BU-05 : Bak *Cooling Water*
16. CT-01 : *Cooling Tower*
17. TU-07 : *Mixed-Bed*
18. TU-08 : Tangki NaCl
19. TU-09 : Tangki Air Demin
20. TU-10 : Tangki N_2H_4
21. De-01 : Deaerator
22. BO-01 : Boiler

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi :

- Penghisapan

  Pengambilan air dari sungai dilakukan dengan cara pemompaan yang kemudian dialirkan ke penyaringan (screening) dan langsung dimasukkan ke dalam reservoir.

- Penyaringan (*Screening*)

  Pada s*creening*, partikel-partikel padat yang besar akan tersaring tanpa bantuan bahan kimia. Sedangkan partikel-partikel yang lebih kecil akan terikut bersama air menuju unit pengolahan

selanjutnya. Penyaringan dilakukan agar kotoran-kotoran bersifat kasar atau besar tidak terikut ke sistem pengolahan air, maka sisi isap pompa di pasang saringan (*screen*) yang dilengkapi dengan fasilitas pembilas apabila screen kotor.

- Penampungan (Reservoir)

  Air dalam penampungan di reservoir, kotorannya seperti lumpur akan mengendap.

- Koagulasi

  Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan biasanya adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

- Bak Pengendap I dan II

  Flok dan endapan dari proses koagulasi diendapkan dalam bak pengendap I dan II.

- Proses Filtrasi

  Air yang keluar dari bak pengendap II yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya dilewatkan filter untuk difiltrasi.

- Bak Penampung Air Bersih

Air dari proses filtrasi merupakan air bersih, ditampung di dalam bak penampung air bersih. Air bersih tersebut kemudian digunakan secara langsung untuk air pendingin dan air layanan (*Service Water*). Air bersih kemudian digunakan juga untuk air domestik yang terlebih dahulu di desinfektanisasi, dan umpan boiler terlebih dahulu di demineralisasi.

- Demineralisasi

  Air untuk umpan ketel pada reaktor harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut yang terdapat didalamnya, Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi terdiri atas penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, Cl^- dan lain-lain, dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler.

  Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut, kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

  - *Cation Exchanger*

    Cation Exchanger ini berisi resin penukar kation dengan formula RSO_3H, dimana pengganti kation – kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang

akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+. Reaksi penukar kation :

$$MgCl_2 + 2R\text{-}SO_3H \longrightarrow Mg(RSO_3)_2 + 2Cl^- + 2H^+$$

Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^+. Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut :

$Ba^{+2}>Pb^{+2}>Sr^{+2}>Ca^{+2}>Ni^{+2}>Cu^{+2}>Co^{+2}>Zn^{+2}>Mg^{+2}>Ag^{+}>Cr^{+}>K^{+}>N_2^{+}>H^{+}$

Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :

$$Mg(RSO_3)_2 + 2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow MgCl_2 + 2RSO_3Na$$

- *Anion Exchanger*

Anion Exchanger berfungsi untuk mengikat ion –ion negatif (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa, yang mempunyai formula RNOH, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-}, Cl^-, dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Reaksi Penukar Anion :

$$SO_4^{-2} + 2RNOH \longrightarrow (RN)_2SO_4 + 2OH^-$$

Ion SO_4^{-2} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{-2} lebih besar dari selektivitas OH^-. Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut :

$SO_4^{-2}>I^->NO_3>^-CrO_4^{-2}>Br^->Cl^->OH^-$

Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :

$$RN_2SO_4 + 2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow 2RNCl + Na_2SO_4$$

- Deaerator

  Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2. Gas tersebut dihilangkan lebih dahulu, karena dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa Hidrazin yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi

  Deaerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel, Pada deaerator ini, air dipanaskan hingga 90°C supaya gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O_2 dan CO_2 dapat dihilangkan. Karena gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan menutupi permukaan pipa-pipa dan hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa ketel. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan koil pemanas di dalam deaerator.

4.6.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4.18 Kebutuhan air pembangkit *steam*

Alat	Kode	Kebutuhan Steam (Kg/jam)
Heat Exchanger 1	HE-01	513,3133054
Heat Exchanger 2	HE-02	410,4054742

Heat Exchanger 3	HE-03	2723,158805
Evaporator	EV-01	66,60150317
Jumlah		3713,479088

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

Kebutuhan steam = 20% x 3713,4790 kg/jam

= 4456,1749 kg/jam

Blowdown = 15% x kebutuhan steam

= 15% x 4456,1749 kg/jam

= 668,4262 kg/jam

Steam Trap = 5% x kebutuhan steam

= 5% x 4456,1749 kg/jam

= 222,8087 kg/jam

2. Kebutuhan air make up untuk steam = 668,4262kg/jam + 222,8087 kg/jam

= 891,2349 kg/jam

Perancangan dibuat over desain 20 %

Kebutuhan make up untuk steam 20 % x 891,2349

= 1069,4819 kg / jam

4.6.1.4 Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.19 kebutuhan air proses pendinginan

Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
Reaktor -01	R-01	35131,582
Kristalizer -01	CR-01	11411,745
CD-01	CD	90091,158
Total		136634,484

Perancangan dibuat over design sebesar 20%, sehingga :

Kebutuhan air pendingin = 20% x 136634,484 kg/jam

= 163961,381 kg/jam

Make up air pendingin

Wm = We + Wd + Wb

= 2090,5076 kg/jam + 32,7922 kg/jam + 664,0435 kg/jam

= 3344,8121 kg/jam

4.6.1.5 Kebutuhan Air Domestik

Meliputi kebutuhan air karyawan dan kebutuhan air untuk mess :

1. Kebutuhan air karyawan

   Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter/hari.

   Diambil kebutuhan air tiap orang = 100 liter/hari
   Kebutuhan air tiap karyawan = 4,0729 kg/jam
   Jumlah karyawan = 170 orang
   Kebutuhan air untuk semua karyawan = 16617,5798 kg/jam

2. Kebutuhan air untuk mess

   Jumlah mess = 20 rumah
   Penghuni mess = 60 orang
   Kebutuhan air untuk mess = 10000 kg/jam
   Total kebutuhan air domestik = (16617,5798 + 10000) kg/jam
   = 26617,5798 kg/jam

3. Kebutuhan *service water*

   Perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran dll sebesar 500 kg/jam.

4.6.2. Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 4377 kg/jam

Jenis : *water tube boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve sistem* dan pengaman pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O_2, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5–11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi. Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 200^0C, kemudian diumpankan ke *boiler*. Di dalam *boile*r, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih, Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke steam *header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System)

Kebutuhan listrik pada pabrik pembuatan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* diperoleh melalui 2 sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator diesel. Generator diesel berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan. Berikut adalah spesifikasi generator diesel yang digunakan:

Kapasitas = - kW

Jenis = 1 buah

Rincian kebutuhan listrik : 1600 KW

a. Kebutuhan listrik untuk proses

Tabel 4.20. Kebutuhan Listrik Proses

Alat	**Daya**	
	Hp	**Watt**
Reaktor	5,0000	3728,5
Belt Conveyor	0,2500	186,43
Screw Conveyor	0,0800	59,66
Centrifuge	20,0000	14914
Rotary Dryer	5,0000	3728,5
Evaporator	3,0000	2237,1
Crystallizer	2,0000	1491,4
Pompa-1	2,0000	1491,4
Pompa-2	2,0000	1491,4
Pompa-3	2,0000	1491,4
Pompa-4	2,0000	1491,4
Pompa-5	2,0000	1491,4
Pompa-6	3,0000	2237,1
Pompa-7	3,0000	2237,1
Pompa-8	3,0000	2237,1
Pompa-9	2,0000	1491,4
TOTAL	**57,58**	**42691,3**

b.Kebutuhan listik untuk utilitas

Tabel 4.21 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	2,0000	1491,4000
Blower Cooling Tower	20,0000	14914,0000
Kompresor Udara	6,0000	4474,2000
Pompa-01	5,0000	3728,5000
Pompa-02	5,0000	3728,5000
Pompa-03	5,0000	3728,5000
Pompa-04	0,0500	37,2850
Pompa-05	5,0000	3728,5000
Pompa-06	5,0000	3728,5000
Pompa-07	1,5000	1118,5500
Pompa-08	3,0000	2237,1000
Pompa-09	3,0000	2237,1000
Pompa-10	0,0500	37,2850
Pompa-11	3,0000	2237,1000
Pompa-12	3,0000	2237,1000
Pompa-13	0,0500	37,2850
Pompa-14	0,0500	37,2850

Pompa-15	5,0000	3728,5000
Pompa-16	5,0000	3728,5000
Pompa-17	0,0500	37,2850
Pompa-18	0,2500	186,4250
Pompa-19	0,1250	93,2125
Pompa-20	0,1250	93,2125
Pompa-21	0,1250	93,2125
TOTAL	**77,3750**	**57698,5375**

c. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk penerangan diperkirakan adalah sebesar 150 kW

Listrik untuk AC diperkirakan adalah sebesar 20 kW .

d. Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan adalah sebesar 100 kW .

e. Kebutuhan listrik untuk instrumentasi

Listrik untuk instrumentasi diperkirakan adalah sebesar 30 kW

Total kebutuhan listrik pada pabrik LABS adalah sebesar:

Tabel 4.22 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan(kW)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	42,6913
	b. Utilitas	64,0966
2	a. Listrik AC	20,0000
	b. Listrik Penerangan	150,0000

3	Laboratorium dan Bengkel	100,0000
4	Instrumentasi	30,0000
Total		**406,7880**

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 44,8588 m^3/jam.

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) sebanyak 157,3207 Kg / jam yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilegon. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah fuel oil sebanyak 329,1285 kg/jam yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilegon.

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik natrium nitrat yang akan didirikan, direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

a. Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT.)
b. Status perusahaan : Swasta
c. Kapasitas produksi : 40.000 ton / tahun

Alasan dipilihnya bentuk Perseroan Terbatas pada perusahaan ini dilatarbelakangi atas beberapa pertimbangan-pertimbangan antara lain :

1. Mudah mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staff yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staff dan karyawan perusahaan
5. Efisiensi dari manajemen para pemegang saham duduk dalam dewan komisaris dan dewan komisaris ini dapat memilih dewan direksi diantaranya Direktur utama yang cukup berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas suatu PT. dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini PT. dapat memperluas usahanya.

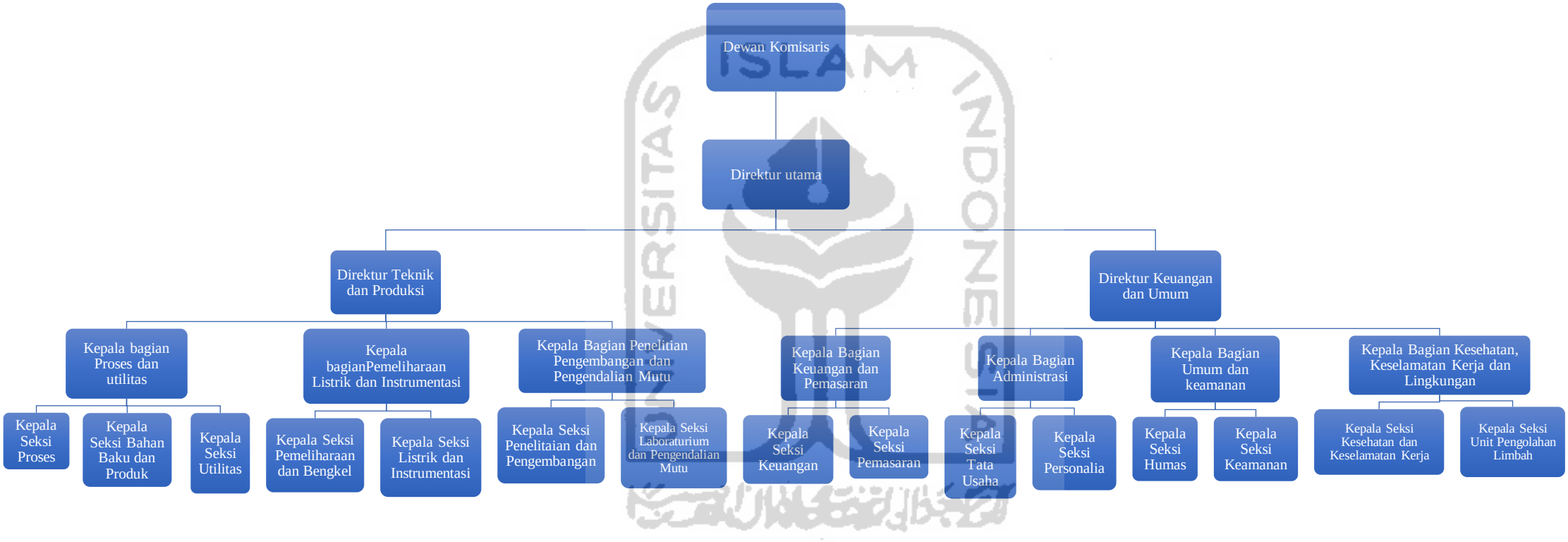
4.7.2 Struktur Oganisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu

perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

a. Pemegang saham
b. Dewan komisaris
c. Direktur Utama
d. Direktur
e. Kepala Bagian
f. Kepala Seksi
g. Karyawan dan Operator

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.



Gambar 4.7. Struktur Organisasi

4.7.3. Tugas dan Wewenang

4.7.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

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

4.7.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertaggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

4.7.3.3. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. DirekturUtama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah

diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur Utama membawahi :

a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.7.3.4. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

   Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

   Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan Fasilitas penunjang kegiatan produksi.

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

   Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

   Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian administrasi

   Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

   Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

   Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.7.3.5. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing.

Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Proses

   Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran prosesproduksi.

2. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

   Tugas :Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta megontrol produk yang dihasilkan.

3. Kepala Seksi Utilitas

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

4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

   Tugas :Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

6. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

   Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

7. Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

   Tugas : Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

8. Kepala Seksi Keuangan

   Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

9. Kepala Seksi Pemasaran

   Tugas :Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

10. Kepala Seksi Tata Usaha

    Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

11. Kepala Seksi Personalia

    Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian

12. Kepala Seksi Humas

    Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

13. Kepala Seksi Keamanan

    Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

14. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

15. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

4.7.4. Catatan

4.7.4.1. Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

4.7.4.2. Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

4.7.4.3. Kerja Lembur (*Overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

4.7.4.4. Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

Tabel 4.23. Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Staff Ahli	1	5.000.000,00	5.000.000,00
Ka. Bag Umum	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Pemasaran	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Keuangan	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Litbang	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Sek. Personalia	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Sek. Humas	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Pembelian	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Pemasaran	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Administrasi	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Proses	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	4.500.000,00	4.500.000,00

Ka. Sek. Laboratorium	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Pengembangan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Pengembangan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Penelitian	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Karyawan Personalia	3	4.500.000,00	4.500.000,00
Karyawan Humas	3	4.500.000,00	4.500.000,00
Karyawan Keamanan	6	1.500.000,00	9.000.000,00

Tabel 4.23. Gaji Karyawan (lanjutan)

Jabatan	**Jumlah**	**Gaji per Bulan (Rp)**	**Total Gaji (Rp)**
Karyawan Pembelian	4	1.500.000,00	6.000.000,00
Karyawan Pemasaran	4	1.200.000,00	4.800.000,00
Karyawan Administrasi	3	1.500.000,00	4.500.000,00
Karyawan Kas/Anggaran	3	1.500.000,00	4.500.000,00
Karyawan Proses	40	1.500.000,00	60.000.000,00
Karyawan Pengendalian	5	1.500.000,00	7.500.000,00
Karyawan Laboratorium	4	1.500.000,00	6.000.000,00
Karyawan Pemeliharaan	7	1.500.000,00	10.500.000,00
Karyawan Utilitas	10	1.500.000,00	15.000.000,00
Karyawan KKK	6	1.500.000,00	9.000.000,00

Karyawan Litbang	3	1.500.000,00	4.500.000,00
Sekretaris	5	1.500.000,00	7.500.000,00
Medis	2	2.000.000,00	4.000.000,00
Paramedis	3	1.500.000,00	4.500.000,00
Sopir	6	1.500.000,00	9.000.000,00
Cleaning Service	5	800.000,00	4.000.000,00
Total	**145**		**362.300.000,00**

4.7.4.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

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

1. Karyawan *non shift*

   Karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan *non shift* adalah direktur, staff ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bagian administrasi. Karyawan *nonshift* ini bekerja dengan perincian sebagai berikut :

   - Hari Senin – Kamis

     Pukul 08.00 – 12.00 (jam kerja)

     Pukul 12.00 – 13.00 (istirahat)

     Pukul 13.00 – 16.00 (jam kerja)

- Hari Jumat

  Pukul 08.00 – 11.30 (jam kerja)

  Pukul 11.30 – 13.00 (istirahat)

  Pukul 13.00 – 16.00 (jam kerja)

- Hari sabtu, minggu dan hari besar libur

2. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan shift bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam tiga *shift* dengan pengaturan sebagai berikut:

- Karyawan Operasi

  Shift pagi : pukul 06.00-14.00

  Shift sore : pukul 14.00-22.00

  Shift malam : pukul 22.00-06.00

Tabel 4.24. Jadwal Hari dan Jam Kerja Karyawan Shift

Hari ke - jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
08.00 –16.00	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D
16.00 – 24.00	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D	A	A	A	A
24.00 –08.00	C	C	C	C	D	D	D	D	A	A	A	A	B	B	B	B
LIBUR	D	D	D	D	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C

Ket: A-D adalah nama regu

4.8 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan.

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*) Meliputi :
    a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
    b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*) Meliputi :
    a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
    b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal

    Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

    a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
    b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
    c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik natrium nitrat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2025. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mancari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2025 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1990 sampai 2025, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.25. Harga Indeks

Tahun (X)	Indeks (Y)	X (tahun-ke)
1991	356	1
1992	361.3	2
1993	358.2	3
1994	359.2	4
1995	368.1	5
1996	381.1	6
1997	381.7	7
1998	386.5	8
1999	389.5	9
2000	390.6	10
2001	394.1	11
2002	394.3	12
2003	395.6	13
2004	402	14
2005	444.2	15

Tabel 4.25. Harga Indeks (Lanjutan)

Tahun (X)	Indeks (Y)	X (tahun-ke)
2006	468.2	16
2007	499.6	17
2008	525.4	18
2009	575.4	19
2010	521.9	20
2011	550.8	21
2012	585.7	22

Sumber : (Peter Timmerhaus,1990)

Persamaan yang diperoleh adalah : y = 10,761x - 21097

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2026 adalah :

Tabel 4.26. Harga Indeks Pada Tahun Perancangan

Tahun	Index
2013	554.13
2014	564.89
2015	575.65
2016	586.41
2017	597.18

2018	607.94
2019	618.70
2020	629.46
2021	640.22

Tabel 4.26. Harga Indeks Pada Tahun Perancangan (Lanjutan)

Tahun	Index
2022	650.98
2023	661.74
2024	672.50
2025	673.10
2026	683,26

Jadi indeks pada tahun 2026 =683.2640

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi (Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

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

(Aries dan Newton, tahun 1955)

Ex : Harga pembelian pada tahun 2026

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990, dan 2007)

Nx : Index harga pada tahun 2026

Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990, dan 2007)

4.8.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi natrium nitrat = 40.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2026

Kurs mata uang = 1 US$ = Rp 14.783,00,- (2020,BI)

Harga bahan baku terdiri dari :

1) Natrium Hidroksida = Rp 26.592.402.948 / th
2) Asam Nitrat = Rp 164.509.675.987 /th

Harga Bahan Utilitas = Rp 494.193.780.541,97 /th

Harga Jual = Rp 1.679.999.983.200 /th

4.8.3. Perhitungan Biaya

4.8.3.1. *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yangdiperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

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

4.8.3.2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct, Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung denganpembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidaklangsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

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

4.8.3.3. *General Expense*

Genaral Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.8.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.8.4.1. *Percent Return On Investment*

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan daritingkat investasi yang dikeluarkan.

$$ROI = \frac{Keuntungan}{FixedCapital} \times 100\%$$

4.8.4.2. *Pay Out Time* (POT)

***Pay Out Time* (POT) adalah :**

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

4.8.4.3. *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menetukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
3. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini :

Fa : Annual Fixed Manufacturing Cost pada produksi maksimum

Ra : Annual Regulated Expenses pada produksi maksimum

Va : Annual Variabel Value pada produksi maksimum

Sa : Annual Sales Value pada produksi maksimum

4.8.4.4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

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

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

4.8.4.5. *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana :

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes* + depresiasi + *finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

4.8.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik asam Asetat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.27. *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Komponen	Biaya ($)
1	Purchased Equipment cost	3.341.051,88
2	Delivered Equipment Cost	835.262,97
3	Instalasi cost	421.041,24
4	Pemipaan	1.778.366,11
5	Instrumentasi	824.757,97
6	Insulasi	119.319,49
7	Listrik	334.105,19
8	Bangunan	575.525,94
9	Land & Yard Improvement	3.923.425,56
	Total	**$ 12.152.856,35**
		Rp 179.655.389,60

Tabel 4.28. *Direct Plant Cost (DPC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Construction Cost (25% PEC)*	224.569.594.237,00	15.191.070,43
	Total	**Rp 224.569.594.237,00**	**$ 15.191.070,43**

Tabel 4.29. *Fixed Capital Investment (FCI)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Plant Cost (DPC)*	224.569.594.237	15.191.070,43
2	*Contractors fee (10%.DPC)*	22.456.959.424	1.519.107,04
3	*Contigency (10%.DPC)*	22.456.959.424	1.519.107,04
	Total	**Rp 269.483.513.084,41**	**$ 18.229.284,52**

Tabel 4.30. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material*	191.102.060.93	12.927.150
2	*Labor*	4.362.000.000	295.068,65
3	*Supervisor*	436.200.000	29.506,81
4	*Maintenance*	5.350.555.166	361.939,74

5	*Plant Suplies*	80.258.327.485	5.429.096,09
6	*Royalty and Patent*	141.916.800,00	9.600.000
7	Bahan utilitas	470.052.288.69	31.796.813
	Total	**Rp 893.478.232.284**	**$ 60.439.574,67**

Tabel 4.31. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Payroll Overhead*	872.400.000	59.013,73
2	*Laboratory*	872.400.000	59.013,73
3	*Plant Overhead*	4.362.000.000	295.068,66
4	*Packaging & Shipping*	236.528.000.00	16.000.000
	Total	**Rp 242.634.800.000**	**$ 16.413.096**

Tabel 4.32. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depresiasi*	21.402.220.662,67	1.447.758,96
2	*Property tax*	242.634.800.000	16.413.096
3	*Insurance*	2.675.277.583	180.969,87
	Total	**Rp 29.428.053.411**	**$ 1.990.668,57**

Tabel 4.33. *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Manufacturing Cost*	893.478.232.284	60.439.574,67
2	*Indirect Manufacturing Cost*	242.634.800.000	16.413.096
3	*Fixed Manufacturing Cost*	29.428.053.411	1.990.668,57
	Total	**Rp1.165.541.085.696**	**$ 78.843.339,36**

Tabel 4.34. *Working Capital (WC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material Inventory*	8.686.457.315,21	587.598
2	*Inproses Inventory*	1.765.971.342	119.459,61
3	*Product Inventory*	24.723.598.787,49	1.672.434,47
4	*Extended credit*	50.172.606.061	3.393.939
5	*Available cash*	105.958.280.517,79	7.167.576,31
	TOTAL	**Rp 191.306.914,823**	**$ 12.941.007,51**

Tabel 4.35. *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Administration*	34.966.232.570	2.365.300,18
2	*Sales Expense*	256.419.038.853	17.345.534,66
3	*Research*	93.243.286.855	6.307.467,15
4	*Finance*	18.353.386.892,26	1.241.591,78
	TOTAL	**Rp 402.981.945,72**	**$ 27.259.821,77**

Tabel 4.36. *Total Production Cost* (TPC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Manufacturing Cost*	1.165.541.085.696	78.843.339,36
2	*General Expense*	402.981.945,72	27.259.821,77
	Total	**Rp 1.568.523.030.867**	**$ 106.103.161**

Tabel 4.37. *Fixed cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Depresiasi	21.402.220.662	1.447.758,96
2	*Property tax*	5.350.555.165	361.939,74
3	Asuransi	2.675.277.582	190.969
	Total Fa	**Rp 29.643.186.439**	**$ 1.990.668,57**

Tabel 4.38. *Variable cost (Va)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material*	191.102.060.93	12.927.150
2	*Packing and Shipping*	236.528.000.00	16.000.000
3	Utilitas	470.052.288.69	31.796.813,14
4	*Royalties & patents*	141.916.800,00	9.600.000
	Total Va	**Rp 1.039.599.150**	**$ 70.323.963**

Tabel 4.39. *Regulated cost (Ra)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Gaji karyawan	4.362.000.000	295.068,65
2	*Payroll overhead*	872.400.000	59.013,73
3	*Plant overhead*	872.400.000	59.013,73
4	Supervisi	436.200.000	29.506,81
5	Laboratorium	872.400.000	59.013,73
6	*Maintenance*	402.981.945.171	27.259.821,77
7	*General expense*	5.350.555.165	361.939,74
8	*Plant supplies*	82.258.327.485	5.429.096,09
	Total Ra	**Rp 499.495.827.823**	**$ 33.788.529**

4.8.6. Analisa Keuntungan

Harga jual produk natrium nitrat = $ 4,750 /kg

Annual Sales (Sa) = $ 1.144.976,64.00

Total Sa = $ 1.144.976,64.00

=Rp 2.365.280.000.000

Total Cost =Rp 1.568.523.030.868,00

Keuntungan sebelum pajak = Rp 796.756.969.132,00

Keuntungan setelah pajak (diambil 50%) =Rp 398.378.484.566,00

4.8.7. Hasil Kelayakan Ekonomi

4.8.7.1 *Percent Return On Investment* (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 23,04 %

ROI sesudah pajak = 16,55 %

4.8.7.2. *Pay Out Time* (POT)

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

POT sebelum pajak = 2,5 tahun

POT sesudah pajak = 3,2 tahun

4.8.7.3. *Break Even Point* (BEP)

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

BEP = 41,0 %

4.8.7.4. *Shut Down Point* (SDP)

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

SDP = 15,3 %

4.8.7.5. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment =Rp 267.527.758.283,41

Working Capital =Rp 191.306.914.023,06

Salvage Value (SV) = Rp 21.402.220.662,67

Cash flow (CF) = *Annual profit+depresiasi+finance*

CF = Rp 438.134.092.121,14

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

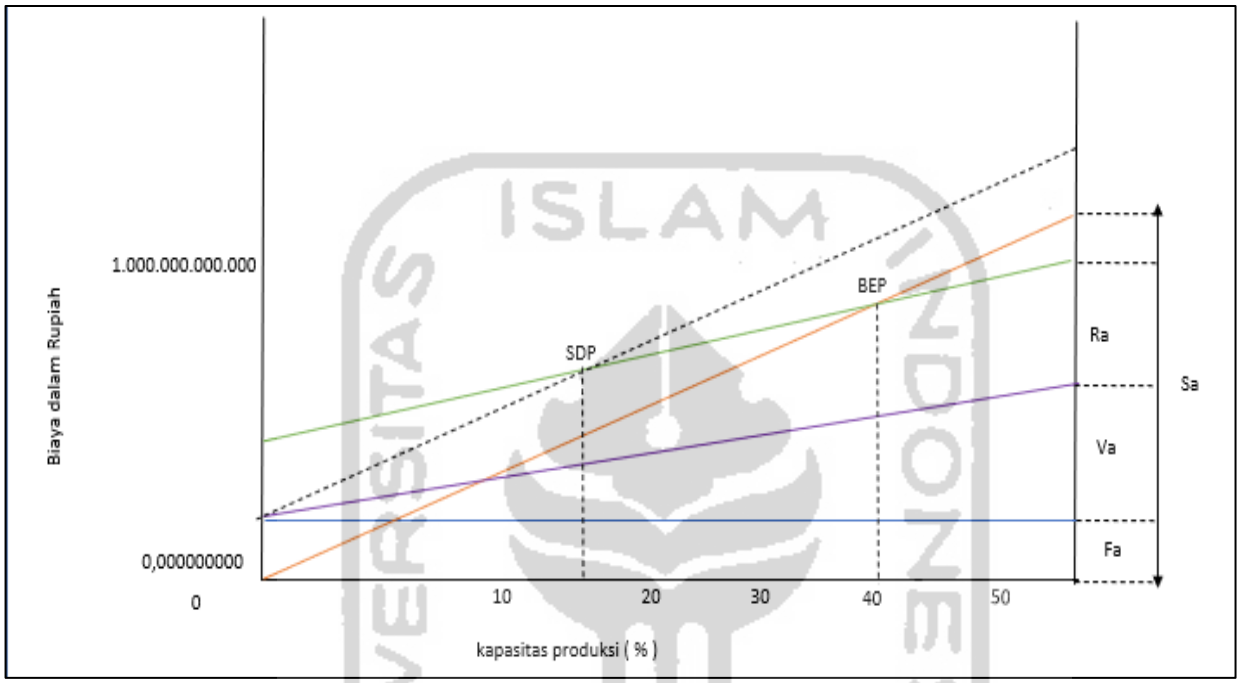
R = S

Dengan *trial & error* nilai i (interest) = 16,40

Table 4.40 . Analisa Kelayakan

No	Kriteria	Terhitung	Syarat
1	*Return on Investment* - ROI sebelum pajak - ROI stelah pajak	 23 % 16 %	Minimal 11% (sebelum pajak) untuk pabrik beresiko rendah
2	*Pay Out Time* - POT sebelum pajak - POT setelah pajak	 2,5 tahun 3,2 tahun	Maksimal 5 tahun (sebelum pajak) untuk pabrik beresiko renah
3	*Break Even Point*	41,01 %	40 – 60 %
4	*Shut Down Point*	15,3 %	
5	*Discounted Cash Flow Rate*	16,40 %	>15% bunga bank = 8,63%

Dari perhitungan evaluasi ekonomi , maka dapat digambarkan grafik hubungan kapasitas produksi terhadap BEP dan SDP sebagai berikut



Gambar 4.8. Grafik Hubungan % Kapasitas Vs Miliar Rupiah

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dalam prarancangan pabrik Natrium Nitrat dari Asam Nitrat dan Natrium Hidroksida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Pendirian pabrik Natrium Nitrat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Natrium Nitrat dalam negeri sehingga dapat mengurangi jumlah impor, meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.
2. Pabrik Natrium Nitrat berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di Kawasan industry Cilegon, Banten, Jawa Barat di atas tanah seluas 29.000 m^2 dengan jumlah karyawan 145 orang dan beroperasi 330 hari/tahun.
3. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik Natrium Nitrat dari Asam Nitrat dan Natrium Hidroksida ini tergolong pabrik beresiko rendah (*low risk*).
4. Pendirian pabtik Natrium Nitrat di Indonesia cukup menarik karena diperkirakan kebutuhan Natrium Nitrat akan meningkat sejalan dengan terus berkembangnya industri di Indonesia.
5. Dari segi bahan baku, pemasaran dan lingkungan, lokasi pabrik Natrium Nitrat di daerah Cilegon, Banten sangat strategis karena kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, ketersediaan air, listrik dan pendistribusian produk.

6. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, maka diperolah hasil sebagai berikut :
    a. Keuntungan pabrik sebelum pajak diperoleh sebesar Rp 796.756.969.132,00,- .Sedangkan keuntungan pabrik setelah pajak diperoleh sebesar Rp 398.378.484.566,00,-.
    b. Nilai ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak sebesar 23,04 % dan nilai ROI (*Return On Investment*) sesudah pajak sebesar 16,55 % .Menurut Aris Newton (1955), untuk pabrik kimia beresiko rendah harga ROI sebelum pajak minimum sebesar 11% (Aries & Newton,1955) .
    c. Nilai POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak adalah 2,5 tahun dan sesudah pajak adalah 3,2 tahun . Nilai ini berada dibawah POT maksimum yang sebesar 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah (Aries & Newton, 1955).
    d. Nilai BEP (*Break Even Point*) diperoleh sebesar 41,0 % . Untuk pabrik di Indonesia nilai BEP sekitar 40% hingga 60%.
    e. Nilai SDP (*Shut Down Point*) diperoleh sebesar 15,3 % .
    f. Nilai DCFR (*Discounted Cash Flow Rate of Return*) diperoleh sebesar 16,40 %.
7. Dengan mempertimbangkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi diatas maka pabrik Natrium Nitrat dari Asam Nitrat dan Natrium Hidroksida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep – konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.

2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk Natrium Nitrat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R.D., 1954, *Chemical Engineering Cost Estimation* , McGraw-Hill Inc., New York.

Atkins, Peter; De Paula, Julio , 2006 , *Physical Chemistry* (8th ed) , W.H.Freeman and Company

Austin, T.G., 1984 , *Sheve's Chemical Porcess Industries* (5th ed), McGraw-Hill Book Company.New York

Badan Pusat Statistik Yogyakarta, 2019 , Data Impor Ekspor Natrium Nitrat , Yogyakarta : Badan Pusat Statistik

Brownell, L.E., and Young, E.H.,1959, *Process Equipment Design Handbook* (8th ed), McGraw-Hill inc.,New York

Brown, G.G., 1978 , *Unit Operations*, John Willey & Sons .,New York.

Geankoplis, C.J., 1993 , *Transport Processes and Unit Operations* (4th ed) , Prentice-Hall International , Tokyo.

Green,. D.W., and Perry,R.H., 2008, *Perry's Chemical Engineer's Handbook* (8th ed), McGraw-Hill inc., New York.

Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer* , McGraw-Hill Corp., New York.

Kirk, R.E., Othmer, V.R., 1999 , *Encyclopedia of Chemical Tecnology* , John Wiley & Sons Inc., New York.

Peter, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1991 , *Plant Design and Economic for Chemical Engineering* (4th ed) , McGraw-Hill Inc.,Singapore

Smith,J.M and Van Ness, H.C., 1987 , *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics* (4th ed) , McGraw-Hill Book Co., New York

Stocchi, E., 1990 , *Industrial Chemistry* (Volume 1) , Ellis Horwood , New York.

Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Willey & Sons., New York.

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

Yuningsih, Irma and Utami, Minyana Dewi., 2011, *Prarancangan Pbarik Natrium Nitrat dari Natrium Klorida dan Asam Nitrat dengan kapasitas rancangan 30.000 ton/tahun.*, Univesitas Muhammadiyah Semarang., Semarang.

LAMPIRAN

PERANCANGAN REAKTOR (R-01)

Jenis : *Continuous Stirred Tank Reactor*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara Natrium Hidroksida dan Asam Nitrat

Kondisi Operasi :

- Suhu : 60^{o}C
- Tekanan : 1 atm
- Konversi : 98%
- Reaksi yang terjadi di dalam reaktor :



1. Dasar Pemilihan Jenis Reaktor

Dipilih CSTR dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Fase reaksi cair-cair dan prosesnya kontinyu
b. Pada reaktor alir tangki berpengaduk suhu dan komposisi campuran dalam reaktor selalu seragam. Hal ini memungkinkan melakukan suatu proses eksotermis dalam reaktor CSTR.
c. Pada reaktor alir tangki berpengaduk karena volume reaktor relatif besar dibandingkan dengan reaktor alir pipa, maka waktu tinggal juga besar, berarti zat pereaksi dapat lebih lama bereaksi didalam reaktor.

2. Dasar Pemilihan Jaket Pendingin

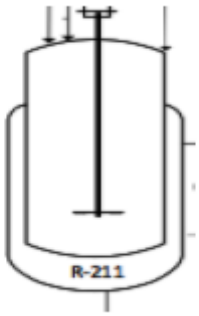
Luas area transfer panas reaktor lebih kecil dibandingkan dengan luas selimut reaktor.

3. Dasar Pemilihan Pengaduk

Menentukan jenis pengaduk dilihat berdasarkan nilai viskositas cairan yang diaduk dan volume cairan yang diaduk. Sehingga dipilih pengaduk tipe *Flat Blade Turbines Impellers* dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Efektif untuk menjangkau viskositas yang cukup luas
b. Cocok untuk cairan dengan viskositas mencapai 50000 cP

4. Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01)



Gambar A.1. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Reaksi di dalam reaktor:

$NaOH + HNO3 \longrightarrow NaNO3 + H2O$

Tabel 1. Komposisi dengan Perhitungan Kapasitas Reaktor

Umpan Masuk:

Komponen	BM	Kg/jam	Kmol/jam
NaOH	40	2433,9622	60,8491
Na_2CO_3 (impuritis)	106	60,8490	0,5740
NaCl (impuritis)	59	50,7075	0,8594
Fe (impuritis)	56	25,3537	0,4527
HNO_3	63	4216,8395	66,9340
H_2O (impuritis)	18	5553,4555	308,5253
TOTAL		12341,1677	438,1946

Umpan Keluar:

Komponen	BM	Kg/jam	Kmol/jam
NaOH	40	48,6792	4,3558
Na_2CO_3 (impuritis)	106	60,8491	0,5740
NaCl (impuritis)	59	50,7075	0,8594
Fe (impuritis)	56	25,3538	0,4527
HNO3	63	460,0189	0,4175
$NaNO_3$	85	5068,7264	20,4556

H_2O (impuritis)	18	6626,8329	167,0223
TOTAL		12341,1677	194,1374

5. Kinetika Reaksi

Bertujuan untuk menentukan harga konstanta kecepatan reaksi. Reaksi pembentukan Natium Nitrat merupakan raksi netralisasi. Harga konstanta kecepatan reaksi yaitu :

k= $\frac{\partial T\ e^{\Delta G/RT}}{h}$

Dimana : ∂ : konstanta Boltzman

: 3,309 x E^{-24} cal/K

h : konstanta pllanck

: 1, 584 x E^{-34} cal.s

ΔGf : -21.127

R : 1,987 cal/ mol. K

T : 333 K

$$k = \frac{0{,}331\ x\ 10^{-23}\ \frac{cal}{K}\ x\ 333K}{1{,}584\ x\ 10^{-34}\ cal.s}\ x\ e^{-\frac{21.127\ cal/mol}{1{,}987\frac{cal}{mol}.K\ x\ 333K}}$$

= 0,005/ s

= 18 / jam

6. Menghitung Optimasi Reaktor

Untuk menghitung volume RATB yang disusun seri dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

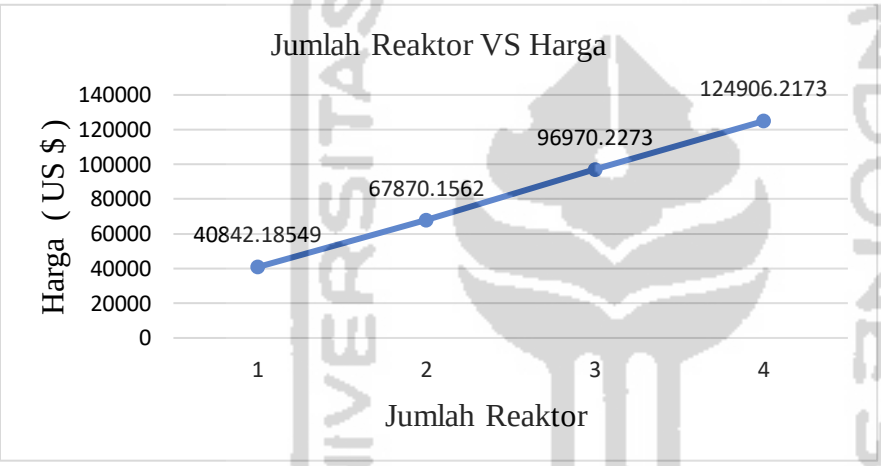
$$V = \frac{Fv\ (\ XA1 - XA0\ )}{k\ (\ 1 - XA1\ )}$$

Dengan cara trial untuk memperoleh konversi masing-masing reaktor yang disusun seri, maka diperoleh :

Reaktor ke-	Xa, n-1	Xa, n	V (gallon)
1	0%	98%	392,9030
1	0%	81%	81,8548
2	81%	98%	81,8548
1	0%	67%	36,3798
2	67%	88%	36,3798
3	88%	98%	36,3798
1	0%	56%	20,4636
2	56%	80%	20,4636
3	80%	91%	20,4636
4	91%	98%	20,4636

Untuk mengetahui jumlah reaktor optimum, maka dilakukan optimasi dengan mempertimbangkan harga reaktor yang diambil dari tabel 5. Timmerhauss dengan index 0,56, sehingga diperoleh :

Jumlah Reaktor	Volume Reaktor (gallon)	Harga (US$)	
		Unit	Total
1	392,8950	408842,1855	40842,1855
2	81,8548	33935,0781	67870,1562
3	36,3798	32323,4091	96970,2273
4	20,3798	31226,5543	124906,2173



Pertimbangan volume reaktor : V1< V2< V3 < V4

Pertimbangan harga reaktor : $R_1 < R_2 < R_3 < R_4$

Maka, jumlah reaktor yang optimum untuk mendapatkan harga perancangan reaktor yang minimum adalah sebanyak 1 buah.

7. Menghitung Densitas dan Kecepatan laju Alir Volumetrik

Suhu = 60°C

= 333 K

Data denstitas *liquid* diperoleh dari Table 8-1 dan 8-2, Yaws dan Aplikasi Aspen

$$\rho = A \,.\, B^{-(1-T/T_c)^n}$$

Tabel A.2. Perhitungan Densitas *Liquid*

Komponen	A	B	N	Tc	ρ (kg/m3)
NaOH	0,200	0,908	0,254	2820	1896,244
Na_2CO_3					2533,000
NaCl	0,221	0,106	0,375	3400	1918,621
Fe	0,571	0,070	0,286	9341	7935,400
HNO3	0,435	0,231	0,192	520	1449,222
NaNO3					2257,000
H_2O	0,347	0,274	0,286	647,130	994,960
Total					18983,7950

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi massa (xi)	ρ (kg/m3)	ρ .xi	Fv
NaOH	2433,9622	0,1972	1896,244	373,9829	1,2836
Na_2CO_3	60,8491	0,0049	2533,000	12,4891	0,0240
NaCl	50,7075	0,0041	1918,621	7,8833	0,0264
Fe	25,3538	0,0021	7935,400	16,3025	0,0032
HNO3	4216,8396	0,3417	1449,222	495,1830	2,9103
H_2O	5553,4555	0,4500	994,960	447,7264	5,5824
Total	12341,1677	1,0000		1353,5673	9,8299

8. Perancangan Reaktor

Asumsi :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Kondisi dianggap isothermal karena ciran dalam tangki *mixed flow*

Volume cairan dalam reaktor :

V cairan = 1,4873 m^3

Volume design reaktor :

Over design = 20% (Timmerhaus tabel 6)

$V_{reaktor}$ = 1,7847 m^3

- **Menentukan Dimensi**

  Dipilih : RATB silinder tegak dengan perbandingan diameter dan tinggi yang optimum 1:,5 (D:H = 1:1,5) (Brownell, hal : 43)

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4.\ \text{Volume shell}}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4\ x\ 1{,}4873}{3{,}14}}$$

D = 1,2374 m^3 = 48,7165 in = 4,0581 ft

D = 1,5H

H = 1,8561 m = 73,0747 in = 6,0872 ft

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{sf}{144}$$

Dipilih sf : 2 in

$$sf = \frac{3{,}14}{4} x\ 48{,}7165\ in\ x\ \frac{1{,}5in}{144}$$

$V\ head = 2\ \times (\ V\ shell + V\ sf\ )$

V head = 2,2789 m^3 = 80,4686 m^3

$$V_{Reaktor} = V_{shell} + V_{Head}$$

V reaktor = 1,14873 m^3 + 2,2789 m^3

= 3,7662 m^3

$$V_{Bottom} = 0.5\ V_{Head}$$

Vbottom = 0,5 x 2,2789 m^3

= 1,1394 m^3

$$V_{Cairan} = V_{Shell} - V_{Bottom}$$

Vcairan = 1,14873 m^3 – 1,1394 m^3

= 0,3479 m^3

$$h_{Cairan} = \frac{4\,V}{\pi\,D^2}$$

$$H\ cairan = \frac{4\ x\ 0{,}3479}{3{,}14\ X\ 1{,}2374^2}$$

= 0,2894 m = 0,9495 ft

- **Menghitung tebal shell (ts)**

$$ts = \frac{Pr}{(fE - 0.6P)} + C$$ (Pers. 13.1, Brownell & young, 1959; hal 254)

Keterangan :

Ts : tebal shell

P : tekanan

R : jari – jari

: ½ D

E : efisiensi pengelasan (E =0.85)

C : faktor koreksi (C =0.125)

F : tegangan yang diijinkan (tabel 13.2 Coulson 4ed, hal: 812)

Tekanan sistem (P)

$$P_{Tot} = P_{Hidrostatis} + P_{Operasi}$$

P operasi = 1 atm

= 14, 696 psi = 14,696 psi

Tekanan Hidrostatis

$$P_{Hidrostasis} = \frac{\rho gh}{gc}$$

P Hidrostatis = 1559,4011 kg/m3 x 0,3479 m

= 451,2962 kg/m2

= 0,6405 psi

P total = 0,6405 psi + 14,696 psi

= 15,3365 psi

P design (over design 20%)

P design = 15,3365 psi x 1,1

= 16,8746 psi

Pertimbangan: cairan dalam reaktor mengandung asam.

Dipilih : Bahan *stainless steel* 316 Spesifikasi

Diperoleh data-data sebagai berikut:

- *Allowable stress* (f) = 18750 psi (Brownell appendix D item 4)
- Efisiensi sambungan (E) = 85%
- *Corrosion allowance* (C) = 0,125 in
- Jari-jari reaktor (ri) = 0,573 in
- Tekanan (P) =

$$P = P_{operasi} + P_{hidrostatis}$$

P total = 0,6405 psi + 14,696 psi

= 15,3365 psi

P desain = 1,1 x Ptotal

= 16,8746 psi

$$t_s = \frac{P\ x\ r}{(f\ x\ E - 0{,}6P)} + C$$

$$t_s = \frac{16{,}8746\ psi\ x\ 24{,}3582\ in}{(18750\ psi\ x\ 0{,}85 - 0{,}6(16{,}8746))} + 0{,}125$$

$$t_s = 0{,}15\ in$$

Sehingga berdasarkan tabel 5.7 Brownell and Young digunakan ketebalan *shell* standar sebesar 0,188 (3/16) in.

- **Menghitung Tebal Head (th)**

$$\mathrm{th} = \frac{\mathrm{Prw}}{(2\mathrm{fE} - 0.2\mathrm{P})} + \mathrm{C}$$

(Persamaan 7.77 Brownell and Young, 1959 hal :138)

$$\mathrm{P} = \mathrm{P_{Design}} - \mathrm{P_{Lingkungan}}$$

P = 16,8746psi – 14,696 psi

= 2,1746 psi

ID *shell* = 48,7165 in

OD *shell* = ID + 2ts

= 48,7165 in + (2 x 0,188 in)

= 49,0915 in

Dari tabel 5.7 (Brownell, 1959), untuk OD standar dipilih yang terdekat yaitu:

OD = 54 in

ts = 0,188 in

icr = 3/4 in

r = 54 in

E = 0,850

C = 0,125

f = 18750 psi

$$w = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{r}{icr}}\right)$$

$$w = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{54\ in}{3/4\ in}}\right)$$

w = 2,8713 in

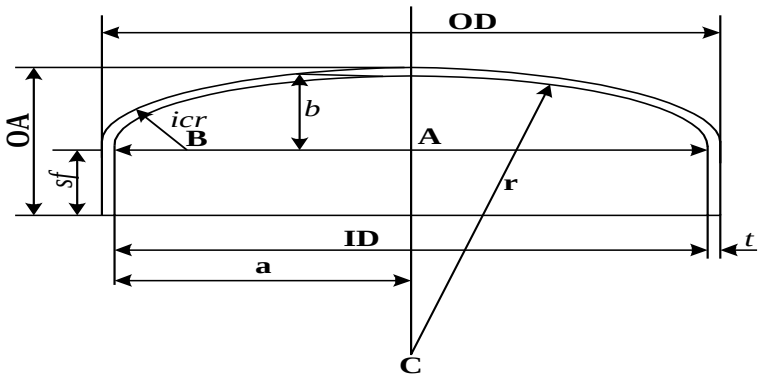
$$th = \frac{2{,}1746\ psi\ x\ 54\ in\ x\ 2{,}8713\ in}{((2\ x\ 18750\ psi\ x\ 0{,}85) - (0{,}2\ x\ 2{,}1746\ psi\ )} + 0{,}125$$

th = 0,1356 in

Dari tabel brownell 350 tentang tebal shell di pilih

th standart = 0,188 in (3/16)

- **Menghitung tinggi head**



Keterangan :

ID = diamter dalam *head*

OD = diameter luar *head*

t = tebal *head*

r = jari – jari *dish*

icr = jari – jari dalam sudut *dish*

b = tinggi *head*

sf = *straight flange*

Pada tabel 5.4 Brownell hal 87 dengan th sebesar 3/16" maka nilai sf adalah 1 1/2 – 2

Dipilih sf = 2 in = 0,051 m

$$ID = OD - 2ts$$

ID = 66 in – (2 x 0,188 in)

= 65,624 in = 1,6668 m

$$a = \frac{ID}{2}$$

a = 65,624 in / 2

= 32,812 in = 0,8334 m

$$AB = a - icr$$

AB = 32,812in – 3/4 in

= 32,0623 in = 0,8144 m

$$BC = r - icr$$

BC = 54 in – 3/4 in

= 53,250 in = 1,3525 m

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$AC = \sqrt{53{,}250^2 - 32{,}0623^2}$$

= 42,5158 in = 1,0799 m

$$b = r - AC$$

b = 54 in – 42,5158 in

= 11,4842 in = 0,2917 m

$$h_{Head} = th + b + sf$$

h head = 0,1888 in + 11,4842 in + 2,000 in

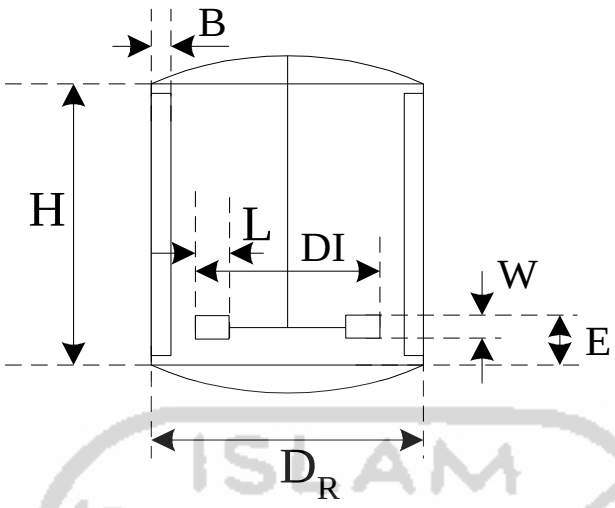
= 13,6717 in = 0,3473 m

$$h_{Reaktor} = 2\,h_{Head} + h_{Shell}$$

h Reaktor = (2 x 0,3473 m) + 1, 8561 m

= 2,5506 m

9. Menghitung Spesifikasi Pengaduk



Viskositas = 129,358 kg/m.s → Jenis pengaduk : Flate Blade Turbine

(Coulson gb 10.57) dengan,

Jumlah baffle = 4

Jumlah Blade = 6

(Holland, F.A dan F.S., Chapman, Liquid Mixing and Processing in Strirred Tanks, Reinhold New York , 1966)

DR = diameter reaktor

DI = diameter pengaduk

E = ketinggian pengaduk dari dasar

W = tinggi pengaduk

L = lebar pengaduk

B = lebar baffle

Spesifikasi pengaduk :

DM = diameter shell

= 1,2374 m

$$\frac{DI}{D_M} = \frac{1}{3}$$

$$Di = \frac{1}{3}\ x\ 1{,}2374\ m = 0{,}4125\ m$$

$$\frac{E}{D_M} = \frac{1}{3}$$

$$E = \frac{1}{3}\ x\ 1{,}2374\ m = 0{,}4125\ m$$

$$\frac{B}{D_M} = \frac{1}{12}$$

$$B = \frac{1}{12}\ x\ 1{,}2374\ m = 0{,}1237\ m$$

$$\frac{L}{DI} = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{1}{4}\ x\ 0{,}4125\ m = 0{,}1031\ m$$

$$\frac{W}{D_M} = \frac{1}{5}$$

$$W = \frac{1}{5}\ x\ 0{,}4125\ m = 0{,}0825\ m$$

$$\frac{H}{D_M} = 1$$

H = 1,8561 m x 1 = 1,8561 m

Diameter pengasuk (DI) = 0,4125 m

Jarak pengaduk (E) = 0,4125 m

Tinggi pengaduk (W) = 0,0825 m

Lebar Pengaduk (L) = 0,1031 m

Lebar Baffle (B) = 0,1237 m

10. Menghitung Jumlah Impeller

Menghitung jumlah pengaduk (sesuai refrensi Wallas halaman 288).

Berdasarkan refrensi Wallas jumlah pengaduk yang dipakai adalah 1 buah.

WELH (Water Equivalen Liquid High)

$$WELH = tinggi\ bahan\ x\ \frac{\rho\ cairan}{\rho\ air}$$

$$WELH = 0{,}2894\ x\ \frac{1559{,}3386}{994{,}8173}$$

= 0,4536 m

$$\Sigma_{Impeller} = \frac{WELH}{D}$$

$$\sum impeller = \frac{0{,}4536\ m}{1{,}2374\ m}$$

= 0,3666 ~ 1 (Maka jumlah impeller 1)

11. Menentukan Putaran Pengaduk

$$\frac{WELH}{2\ DI} = \left(\frac{\pi\ DI\ N}{600}\right)^2$$

$$N = \frac{600}{\pi.DI/0{,}304\,8}.\sqrt{\frac{WELH}{2.DI}}$$

N = kecepatan putaran pengaduk

$$N = \frac{600}{3{,}14\ x\ 0{,}4125\ x\ 0{,}3048} x \sqrt{\frac{0{,}4536}{2\ x 0{,}4125^{0{,}5}}}$$

N = 104,7124 rpm = 1,7452 rps

Jenis motor : dipilIh tipe fixed speed belt (paling ekonomis, mudah dalam pemasangan dan perbaikan) (Howard F. Rase, Fig 8.15)

Kecepatan standart motor = 320 rpm = 5,333 rps

12. Menentukan Daya Motor

Bilangan reynold :

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho_L\ \mathrm{N}\ \mathrm{DI}^2}{\mu_L}$$

$$Re = \frac{1{,}7452\ rps\ x\ 97{,}3431 \frac{ib}{ft}\ x\ (3\ 1{,}3532 ft\ )^{\ 2}}{4{,}5273 \frac{ib}{ft}.s}$$

Re = 5906,1090 → turbulen

Np = 5 (Brown,p.508)

Power pengadukan :

$$\mathrm{P} = \frac{\mathrm{N}^3\ \mathrm{DI}^5\ \rho\ \mathrm{N_p}}{550\ \mathrm{gc}}$$

$$P = \frac{0{,}250\ x\ (1{,}254\ ft)^5 x\ 80{,}545\ lb/ft3\ x\ 0{,}250}{550\ x\ 32{,}150\ ft/s2}$$

$$\frac{1{,}7452^3 1{,}3532^5 97{,}3431 \frac{ibm}{ft^3}\ x\ 5}{550\ x\ 32{,}2 \frac{ft}{s^2}}$$

P = 0,6629 Hp

Daya motor, efisiensi motor adalah 88 % (fig 14.38 peters hal.521)

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{\eta}$$

$$daya\ motor = \frac{0{,}6629\ Hp}{88\%}$$

= 0,7533 Hp

Dipilih motor standar 1 Hp

13. Neraca Panas

Panas Masuk

Komponen	ṅ	∫Cp.dT	Q input
	kmol/jam	kJ/kmol	kJ/jam
NaOH	60,8491	3067,0043	186624,3146
Na_2CO_3	0,5740	5390,0000	3094,1171
NaCl	0,8594	3306,5388	2841,8046
Fe	0,4527	2219,1050	1004,6908
HNO_3	66,9340	7057,844	472409,4619
H_2O	308,5253	6389,1368	985605,2006
Total	438,1946	27429,6289	1651579,5896

Panas Keluar

Komponen	ṅ	∫Cp.dT	Q output
	kmol/jam	kJ/kmol	kJ/jam
NaOH	1,2170	3067,0043	3732,4863
Na_2CO_3	0,5740	5390,0000	3094,1171
NaCl	0,8594	3306,5388	2841,8046
Fe	0,4527	2219,1050	1004,6908
HNO_3	7,3019	7057,8440	51535,5777
$NaNO_3$	59,6321	4980,5000	296997,5486
H_2O	368,1574	3194,5684	1176103,9430
Total	438,1946	29215,5606	1535310,1680

Panas Reaksi

Komponen	ṅ reaksi	$\Delta H^o f$	Q reaksi
	kmol/jam	kJ/kmol	kJ/jam
NaOH	60,8491	-425,600	-25897,3582
HNO_3	66,9340	-135,100	-9042,7782
$NaNO_3$	59,6321	-467.395	-27872,4354
H_2O	368,1574	-241.800	-89020,4550
Total			-151832,0269

Q reaksi = $\dot{n} . \Delta H^o f_{produk} - \dot{n} . \Delta H^o f_{reaktan}$

Q reaksi = (-116891,8905 kJ/jam) – (-23940,1364 kJ/jam)

Q reaksi = -81951,7541 kJ/jam → Eksothermis

Q Pendinginan = ΔHin + ΔHR – ΔHout

= 1651579,5896 + -81951,7541- 1535310,1680

= 198221,1757 KJ / Jam

Massa air pendingin = Q pendinginan / Cp air

= 198221,1757 KJ / 91,4080 KJ / Kmol

= 2168,5313 Kmol / Jam → 39033,5646 Kg / Jam

14. Menghitung Dimensi Jaket Pendingin

a. Menghitung suhu LMTD

- *Hot fluid* (heavy organic)

T_{in} = 60 °C = 333 K = 140 °F

T_{out} = 60 °C = 333 K = 140 °F

- *Cold fluid* (Air)

t_{in} = 30 °C = 303 K = 86 °F

t_{out} = 45 °C = 318 K = 113 °F

Δt_1 = (140 – 104) °F

= 27 °F

Δt_2 = (140 – 86) °F

= 54 °F

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{ln\left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}\right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(27 - 54)°\text{F}}{\ln\left(\frac{27°\text{F}}{54°\text{F}}\right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 38{,}95\ ^0F$$

b. Menghitung Luas Transfer Panas

Q pendinginan = 178406,0335 kJ/jam

= 169105,2450 Btu/jam

untuk *cold fluid = water* dan *hot fluid = light organic*

Ud = 100-200Btu/ft2. °F . Jam (Kern, Table 8 Hal. 840)

Diambil Harga Ud = 75 Btu/ft2. °F . Jam

$$A = \frac{Q}{Ud \times \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = \frac{169105{,}2450 \text{ Btu/jam}}{\frac{75 \text{ Btu}}{\text{ft2}}. \text{°F . jam} \times 38{,}95\text{°F}}$$

A = 57,8839 ft^2 = 5,376 m^2

c. Menghitung Luas Selimut Reaktor

D = 48,7165 in

= 1,2374 m

= 4,0580 ft

H = 73,0747 in

= 1,8561 m

= 6,0871 ft

A = π.D.H

= 3,14 x 1,147 m x 1,147 m

A = 7,2117 m^2

Karena luas selimut reaktor lebih besar dari pada luas yang diperlukan untuk transfer panas maka digunakan adalah jaket pendingin.

d. Kecepatan Volumetrik Air

$$Q_v = \frac{m_{air}}{\rho_{air}}$$

$$= \frac{35131{,}5818 kg/jam}{1000\ kg/m3}$$

= 35,1316 m^3/jam

e. Menentukan Diameter Jaket Pendingin

Asumsi jarak jaket = 0,4712 in

- Diamter dalam = DR + (2 x ts)
  = 1,2374 + (2 x 0,1888)
  = 1,2943 m
- Diameter luar = ID + (2 x jarak jaket)
  = 1,2943 + (2 x 0,4712)
  = 2,2367 m

f. Tinggi Jaket Pendingin

Tinggi jaket pendingin = tinggi shell = 1,8561 m

g. Luas Yang Dilalui Air (A)

$$A = \frac{\pi}{4} x OD^2 ID^2$$

= 3,14 / 4 X $2{,}2367^2$ x $1{,}2943^2$

= 2,6120 m^2

h. Kecepatan air

Kecepatan air $= \frac{volume\ air}{A}$

$$= \frac{35{,}1316\ \frac{m^3}{jam}}{2{,}6120\ m^2}$$

= 20847,4044 m / jam

i. Tebal Dinding Jaket

Bahan stainless steel SA-167 (*type* 304)

$$tj = \frac{P.r}{(f.E - 0{,}6\ .P)} + C$$

$$tj = \frac{16{,}8436 \,.\, 44{,}0292}{18750 \,.\, 0{,}85 - 0{,}6 \,.\, 16{,}8436} + 0{,}125$$

= 0,1716 in

Dipakai tebal jaket standar yaitu 3/ 16

15. Perancangan Isolator

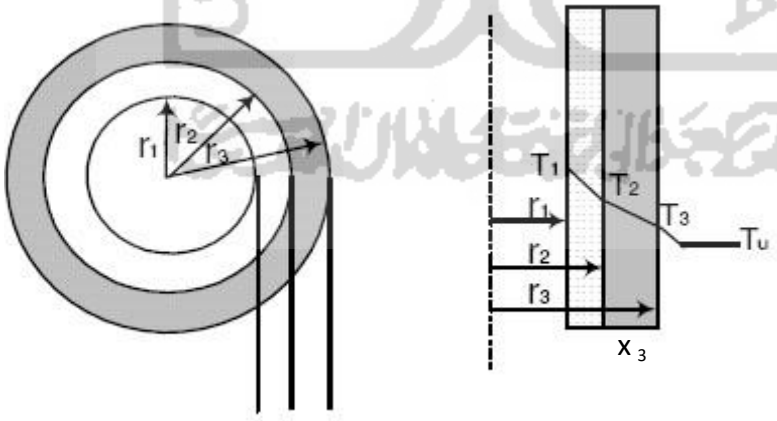
Bahan yang digunakan sebagai isolator adalah magnesia 85%. Alasan menggunakan bahan ini yaitu memiliki konduktivitas termal yang kecil, sehingga efektif sebagai isolator.

Sifat fisik isolator (Geankoplis, 1993):

k = 0,071 W/m.K ε = 0,6 ρ = 271 kg/m^3 Bahan konstruksi *shell* reaktor adalah *Stainless Steel*, adapun sifat-sifat fisiknya adalah sebaga berikut (Perry,1984):

k = 25 Btu/jam.ft.^oF (43,2683 W/m.K) (Walas, 1988, Tabel 8.20) ε = 0,54 ρ = 489 lb/ft^3

Perpindahan panas di dalam reaktor dapat dilihat pada Gambar F.10. berikut ini.



Gambar F.12. Sistem Isolasi Reaktor

Perpindahan panas melalui tiap lapis tahanan dihitung dengan hukum Fourier dan A = 2πrL, diperoleh:

$$Q = \frac{2\pi L\,(T1 - Tu)}{\frac{\ln\left(\frac{r2}{r1}\right)}{k1} + \frac{\ln\left(\frac{r3}{r2}\right)}{k2}}$$ (Holman, 1997, pers.2-9)

Jika peprindahan disertai konveksi dan radiasi, makan persamaan diatas dapat dituliskan :

$$Q = \frac{2\pi L\,(T1 - Tu)}{\frac{\ln\left(\frac{r2}{r1}\right)}{k1} + \frac{\ln\left(\frac{r3}{r2}\right)}{k2} + \frac{1}{(hc + hr)r3}}$$ (Holman, 1997, pers.2-12)

Jika diaplikasikan dalam perhitungan perancangan tangki maka diperoleh :

$$Q = \frac{2\pi L\,(T1 - Tu)}{\frac{\ln(\frac{r2}{r1})}{k1} + \frac{in(r2 + \frac{r3}{r2})}{k2} + \frac{1}{(hc + hr)(r2 + x3)}}$$

Keterangan :

x_3 = tebal isolasi (m)

r_1 = jari – jari dalam tangki (m)

r_2 = jari – jari luar tangki = r_1 + tebal tangki (m)

r_3 = jari – jari luar isolasi = r_2 + tebal isolasi (m)

T_1 = suhu permukaan *plate* tangki bagian dalam (^oC)

T_2 = suhu permukaan *plate* tangki bagian luar (^oC)

T_3 = suhu isolasi bagian luar (^oC)

Tu = suhu udara (^oC)

Perpindahan panas dari reaktor ke sekeliling melalui dinding reaktor dan isolator terjadi melalui beberapa langkah, yaitu :

- Perpindahan konveksi dari cairan pendingin dalam *shell* ke dinding *shell* dalam (Q_1)
- Perpindahan konduksi dari dinding *shell* dalam ke dinding *shell* luar (Q_1)

- Perpindahan konduksi dari dinding *shell* luar ke permukaan luar isolator (Q_2)
- Perpindahan konveksi dan radiasi dari permukaan luar isolator ke udara bebas (Q_3)

Asumsi yang digunakan untuk menghitung tebal isolasi reaktor adalah sebagai berikut :

- Keadaan *steady state*
- Perpindahan panas konveksi dari air pendingin dalam *shell* ke dinding *shell* dalam diabaikan
- Suhu dinding dalam reaktor (T_1) sama dengan suhu operasi reaktor, yaitu 70 ^oC = 343,15 K
- Suhu udara luar, T_u = 35 ^oC = 308,15 K

Suhu isolasi bagian luar (T_3)

Untuk menghitung perpindahan panas dari luar ke dalam tangki harus dihitung terlebih dahulu suhu kesetimbangan radiasi pada permukaan dinding luar yang terkena sinar matahari dan suhu udara lingkungan di sekitar kolom.

Pada keadaan kesetimbangan radiasi, jumlah energi yang terabsopsi dari matahari oleh suatu material sama dengan panjang gelombang radiasi yang bertukar dengan udara sekelilingnya (Holman, 9th ed., 2002). Suhu permukaan dinding luar dihitung dengan persamaan berikut:

$$\left(\frac{q}{A}\right)_{sun} = \alpha_{low\ temp} \cdot \sigma(T^4{}_3 - T^4{}_u)$$

500 x 0,18 = 0,8 x 5,676 . 10^{-8} . ($T_3{}^4$ – $308{,}15^4$)

T^3 = 323,8439 K

Keterangan (Tabel 8.3 Holman, 6th ed, 1979) :

$\left(\frac{q}{A}\right)_{sun}$ = fluk radiasi matahari = 500 W / m^2

α_{sun} = radiasi matahari = 0,18

$\alpha_{low\ temp}$ = radiasi pada low temperature = 0,8

σ = Konstanta Boltzman = $5{,}676.10^{-8}$

T^3 = suhu dinding luar isolator

Panas yang hilang dari dinding isolasi ke udara (Q_3)

Koefisien perpindahan panas radiasi :

$H_r = \frac{\sigma \times \varepsilon \times (T^{4}{}_3 - T^{4}{}_3)}{(T_3 - T_u)}$ (Geankoplis, 1993)

$= \frac{5{,}676 \times 10^{-8} \times \left((323{,}8439^{\,4}) - (308{,}15^4)\right)}{(323{,}8439 - 308{,}15)}$

= 4,3010 W / m.K

Keterangan :

hr = Koefisien perpindan panas secara radiasi ($W/m^2\ ^oK$)

σ = Konstanta Boltzman, $5{,}676.10^{-8}$

ε = Emisivitas bahan isolator

T_3 = Temperatur dinding isolator (K)

T_u = Temperatur udara (^oK)

Koefisien perpindahan panas konveksi :

$\Delta T = T_3 - T_u$

ΔT = 323,8439 + 308,150

ΔT = 15,6939 K

$T_f = ½ (T_3 + T_u)$

= ½ (323,8439 + 308,150)

= 315,9969 K

Sifat udara pada T = 315,9957 K (Geankoplis,Tabel.A3-3,1979) :

ρf = 1,1201 kg/m^3

Cp_f = 1,0056 kJ/kg K

μ_f = 1,9234.10^{-5} kg/m.s

k_f = 0,0274 W/m K (2,7404E-05 kj/m.s.K)

β = 3,1646.10^{-3} 1/K

L = 4,9559 ft (1,5118 m)

Bilangan Grasshoff :

$$Gr = \left(\frac{L^3 \times \rho_f^2 \times \beta \times g \times \Delta T}{\mu_f^2}\right)$$

$$= \frac{(3{,}7976^3).(1{,}1201^2).(3{,}1646 .10^{-3}).(9{,}806)(323{,}8439-308{,}15)}{(1{,}9234 .10^{-5})^2}$$

= 9,0463E+10

Bilangan Prandtl :

$$Pr = \frac{Cp_f \times \mu_f}{k_f}$$

$$= \frac{1{,}0056 \times 1{,}9234 .10^{-5}}{2{,}7404 .10^{-5}}$$

= 0,7057

Bilangan Rayleigh :

N_{Ra} = Gr × Pr

= 9,0463E+10 × 0,7057

= 6,3844E+10

Berdasarkan Tabel 4.7-2, (Geankoplis, 1993), untuk silinder vertikal dan $N_{Ra} > 10^9$, maka koefisien perpindahan panas konveksi dirumuskan sebagai berikut:

$h_c = 1{,}24 (\Delta T)^{1/3}$

$= 1{,}24 (15{,}6939)^{1/3}$

= 3,1045 w / m^2.K

$h_c + h_r$ = 3,1045 + 4,3010

= 7,4056 W / m^2.K

Panas yang hilang dari dinding isolasi ke udara (Q_3) :

Q_3 = ($h_c + h_r$) . 2. Π . r_3 . L . ($T_3 – T_u$)

= 7,4056 . 2 . π . r_3 . 2,9485 (323,8439 – 308,15)

= 2152,0478 r_3 J/s

Menghitung tebal isolasi reaktor (x_3)

Diketahui :

k_1 = 43,2683 W/m.K

k_2 = 0,071 W/m.K

r_1 = $\frac{ID_S}{2}$

= 42, 0004 in = 1,0668 m

r_2 = $\frac{ID_S}{2}$

= 45 in = 1,1430 m

L = 9,6734 ft = 2,9485 m

Pada kondisi *steady state* $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$ dengan Q adalah panas yang ditransfer dari tiap lapisan. Perpindahan panas keseluruhan dari dinding bagian dalam reaktor hingga udara (Q) persamaannya adalah :

$$Q = \frac{2\pi L\,(T1 - Tu)}{\frac{\ln\left(\frac{r2}{r1}\right)}{k1} + \frac{\ln\left(\frac{r3}{r2}\right)}{k2} + \frac{1}{(hc+hr)r3}}$$

Dengan Q_3 = Q, maka :

$$2152{,}0478\ r_3 = \frac{2\pi\,(2{,}9485)\,(343{,}15-308{,}15)}{\frac{\ln\left(\frac{1{,}1430}{1{,}0668}\right)}{43{,}2683}+\frac{\ln\left(\frac{r3}{1{,}1430}\right)}{0{,}071}+\frac{1}{(0{,}071+7{,}4056)r3}}$$

Maka dapat diperoleh nilai :

r_3 = 1,1546 m = 3,7880 ft

Sehingga tebal isolasi reaktor (x_3) adalah : x_3 = $r_3 - r_2$ =

1,1546 m – 1,1430 m

= 0,0116 m (0,4567 in)

Panas yang hilang dari permukaan isolasi ke udara :

Qloss = Q1 = 2152,0478 r3

= 2152,0478 x 1,1546

= 2484,7544 J/s (8945,1158 kJ/jam)

Panas yang hilang dari *head*

Asumsi:

- Tebal isolasi *head* sama dengan tebal isolasi dinding.
- ($h_r + h_c$) *head* sama dengan ($h_r + h_c$) dinding silinder.
- Luas *head* sama dengan luas bagian atas silinder.

Q_3 = $(h_c + h_r) \times A \times (T_3 - T_u)$

Dimana :

A = $0{,}842\ (D_{isolator})^2$

= $0{,}842\ (2.r_3)^2$

= $0{,}842\ (2 \times 1{,}1546)^2$ (Wallas, 1990)

= $4{,}4899\ ft^2$ $(0{,}4171\ m^2)$

Maka :

Q_3 = 7,4056 x 0,4171 x 15,6939

= 48,4805 J/s

Panas total yang hilang ke lingkungan :

Q_{total} = panas hilang dari dinding + (2 x panas hilang dari head)

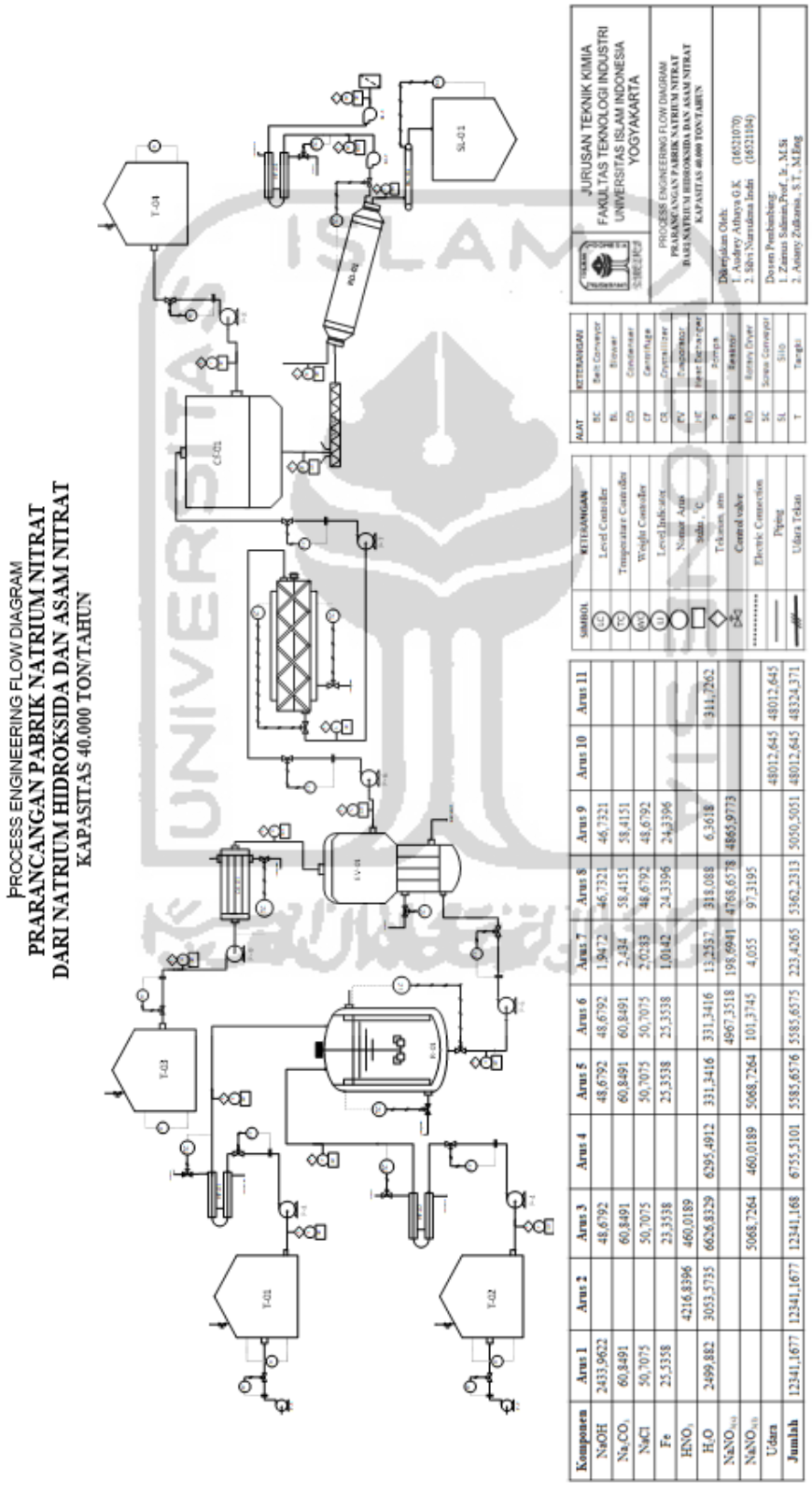
= 2484,7544 J/s + (2 x 48,4805 J/s)

= 2581,7153 J/s

= 9294,1752 kJ/jam

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM



Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11
NaOH	2433,9622		48,6792		48,6792	48,6792	1,9472	46,7321	46,7321		
Na_2CO_3	60,8491		60,8491		60,8491	60,8491	2,434	58,4151	58,4151		
NaCl	50,7075		50,7075		50,7075	50,7075	2,0283	48,6792	48,6792		
Fe	25,3538		25,3538		25,3538	25,3538	1,0142	24,3396	24,3396		
HNO_3		4216,8396	460,0189								
H_2O	2499,882	3053,5735	6626,8329	6295,4912	331,3416	331,3416	13,2537	318,088	6,3618		311,7262
$NaNO_{3(s)}$						4967,3518	198,6941	4768,6578	4865,9773		
$NaNO_{3(l)}$			5068,7264	460,0189	5068,7264	101,3745	4,055	97,3195		48012,645	48012,645
Udara											
Jumlah	12341,1677	12341,1677	12341,168	6755,5101	5585,6576	5585,6575	223,4265	5362,2313	5050,5051	48012,645	48324,371

SIMBOL	KETERANGAN
LC	Level Controller
TC	Temperature Controller
WIC	Weight Controller
LI	Level Indicator
	Nomor Arus
	Suhu, °C
	Tekanan, atm
	Control valve
	Electric Connection
	Pipeg
	Udara Tekan

ALAT	KETERANGAN
BC	Belt Conveyor
BL	Blower
CD	Condenser
CF	Centrifuge
CR	Crystallizer
EV	Evaporator
HE	Heat Exchanger
P	Pompa
R	Reaktor
RD	Rotary Dryer
SC	Screw Conveyor
SL	Silo
T	Tangki