TA/TK/2013/04

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIAK DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama	**: Ahmad Jami Mubarok**	**Nama**	**: Bayu Setiaji**
No. Mhs	**: 08521001**	**No. Mhs**	**: 08521018**

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2013

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIAK DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama	**: Ahmad Jami Mubarok**	**Nama**	**: Bayu Setiaji**
No. Mhs	**: 08521001**	**No. Mhs**	**: 08521018**

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2013

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIAK DAN UDARA KAPASITAS 40.000 TON/ TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	**: Ahmad Jami M**	**Nama**	**: Bayu Setiaji**
No. Mhs	**: 08521001**	**No. Mhs**	**: 08521018**

Yogyakarta, 14 Februari 2013

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.

Ahmad Jami Mubarok **Bayu Setiaji**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIAK DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : **Ahmad Jami Mubarok** **Nama** : **Bayu Setiaji**
No. Mhs : **08521001** **No. Mhs** : **08521018**

Yogyakarta, 7 Maret 2013

Pembimbing I,

Ir. Agus Taufik, MSc

Pembimbing II,

Arianty Zulkania, ST., M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT
DARI AMONIAK DAN UDARA
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama	**: Ahmad Jami Mubarok**	**Nama**	**: Bayu Setiaji**
No.Mhs	**: 08 521 001**	**No.Mhs**	**: 08 521 018**

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

Yogyakarta, 17 April 2013

Tim Penguji

Ir. Agus Taufiq, M.Sc. 22/4/2013

Ketua

Ir. Faisal R M, MSIE., Ph.D. .....

Anggota I

Khamdan Cahyari S.T., M.Sc. .....

Anggota II

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

Ir. Kamariah Anwar, MS.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **"PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIAK DAN UDARA DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN"**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayahnya.
2. Bapak Gumbolo Ir. Hadi Susanto, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dra., Hj. Kamariah Anwar, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Ir. Agus Taufiq, M.Sc dan Ibu Ariany Zulkania, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ayahanda H. Suharman dan Ibunda Hj. Sumariyah, S.Pd yang tercinta. aku sangat bangga menjadi anak ayah yang menjadikan aku selalu ingin menjadi yang terbaik untuk keluarga. Terima kasih atas segala dorongan semangat dan motivasi terlebih anggaran selama mengenyam pendidikan S1 Teknik Kimia di UII.
6. Teman – teman Teknik Kimia 2008, antara lain Rakhmat, Wiwid, Linda, Arum, Ajeng, Adit, Bayu, Nanang, Meilla, Dody, Nurul, Djammar, Riki, Sayyid, Dhani, Eka, dan Putra yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta doa.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.,Wb.

Yogyakarta, Maret 2013

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

TUHAN SEMESTA ALAM ALLAH SWT

AYAHANDA DAN IBUNDA TERCNTA

TEMAN-TEMANKU SEMUA DI KAMPUS DAN DI PONDOK PESANTREN

LEMBAR MOTTO

Berjuang untuk mendapatkan sesuatu, bukan menunggu untuk mendapatkannya.

Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan / diperbuatnya. (Ali Bin Abi Thalib)

Pangkal dari semua kebaikan di dunia maupun di akhirat adalah takwa kepada Allah SWT. (Abu Sulaeman Addarani)

Manfaatkanlah kesempatan selagi kesempatan itu ada. Karena kesempatan itu datang secara tiba-tiba dan pergi secara tiba-tiba pula. (Nap. Bonaparte)

Syukuri terlebih dahulu hal yang kecil sebelum melangkah pada yang lebih besar.

DAFTAR ISI

Lembar judul tugas akhir pra rancangan pabrik i

Lembar pernyataan keaslian pra rancangan pabrik ii

Lembar pengesahan dosen pembimbing iii

Lembar pengesahan penguji iv

Kata pengantar v

Lembar persembahan vii

Lembar motto viii

Daftar isi ix

Daftar tabel xiv

Daftar gambar xvi

Intisari xvii

Abstract xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tinjauan Pustaka 4

1.2.1 Pemilihan Proses 4

1.2.2 Kegunaan Asam Nitrat 8

1.2.3 Tinjauan Proses Secara Umum 12

BAB II PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk 14

2.2 Spesifikasi Bahan Baku 14

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu 15

2.4 Pengendalian Kualitas 15

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses 18

3.2 Spesifikasi Alat 22

3.3 Perencanaan Produksi 46

3.3.1 Kapasitas Pra Rancangan 46

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses 48

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1 Penentuan Lokasi Pabrik 51

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik..... 51

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik 54

4.2 Tata Letak Pabrik 55

4.3 Tata Letak Alat Proses 58

4.4 Aliran Proses dan Material 61

4.4.1 Neraca Massa 61

4.4.1.1 Tangki Bahan Baku (Amoniak)..... 61

4.4.1.2 Reaktor 61

4.4.1.3 Separator (SP) 62

4.4.1.4 Absorber (AB) 62

4.4.1.5 Stripper (ST) 63

4.4.1.6 Tangki Produk (Asam Nitrat) 63

4.4.2 Neraca Panas 64

4.4.2.1 Reaktor (R-01) 64

4.4.2.2 Separator (SP - 01) 66

4.4.2.3 Absorber (AB - 01) 67

4.4.2.4 Stripper (ST - 01) 68

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas) 72

4.5.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan air 73

4.5.2 Unit Pengadaan Steam 82

4.5.3 Unit Pengadaan listrik 84

4.5.4 Unit Pengadaan Bahan bakar 88

4.5.5 Unit Pengolahan Limbah 88

4.5.6 Unit Penyediaan Udara Tekan 93

4.6 Organisasi Perusahaan 94

4.6.1 Bentuk Perusahaan 94

4.6.2 Struktur Organisasi 96

4.6.3. Tugas dan Wewenang 100

4.6.3.1. Pemegang Saham 100

4.6.3.2. Dewan Komisaris 100

4.6.3.3. Dewan Direksi 101

4.6.3.4. Staf Ahli 102

4.6.3.5. Kepala Bagian..... 103

4.6.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan 108

4.6.4.1 Karyawan non shift / harian 108

4.6.4.2 Karyawan Shift / Ploog..... 109

4.6.5 Status Karyawan dan Sistem Upah 111

4.6.5.1 Karyawan Tetap..... 111

4.6.5.2 Karyawan Harian..... 111

4.6.5.3 Karyawan Borongan..... 112

4.6.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji 112

4.6.6.1 Penggolongan Jabatan 112

4.6.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji 113

4.6.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan..... 114

4.6.8 Manajemen Perusahaan..... 116

4.6.8.1 Perencanaan Produksi..... 116

4.6.8.2 Pengendalian Produksi 118

4.7 Evaluasi Ekonomi..... 119

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan..... 120

4.7.2 Dasar Perhitungan 122

4.7.3 Perhitungan Biaya 123

4.7.4 Analisa Kelayakan..... 124

4.7.5 Hasil Perhitungan 128

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 135

5.2 Saran 137

DAFTAR PUSTAKA 138

LAMPIRAN

- Perhitungan Reaktor
- Gambar PEFD

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kebutuhan impor Asam Nitrat di Indonesia..... 3

Tabel 1.2 Prediksi Kebutuhan Asam Nitrat di Indonesia 3

Tabel 1.3 Negara importir Asam Nitrat di Indonesia..... 4

Tabel 2.1 Sifat Fisis Udara..... 15

Tabel 3.1 Kebutuhan Asam nitrat Malaysia, Singapura dan Thailand..... 50

Tabel 4.1 Neraca Massa di sekitar tangki Amoniak..... 63

Tabel 4.2 Neraca Massa di sekitar Reaktor..... 63

Tabel 4.3 Neraca Massa di sekitar Separator..... 64

Tabel 4.4 Neraca Massa di sekitar Absorber..... 64

Tabel 4.5 Neraca Massa di sekitar Stripper..... 65

Tabel 4.6 Neraca Massa di sekitar tangki Asam Nitrat..... 65

Tabel 4.7 Tetapan Kapasitas Panas fasa Gas (J/mol.K)..... 66

Tabel 4.8 Tetapan Kapasitas Panas fasa Gas (J/mol.K)..... 67

Tabel 4.9 Neraca panas di Reaktor..... 67

Tabel 4.10 Neraca panas di Separator..... 68

Tabel 4.11 Neraca panas di Absorber..... 68

Tabel 4.12 Neraca panas di Stripper..... 70

Tabel 4.13 Kebutuhan Air untuk Pendingin..... 77

Tabel 4.14 Kebutuhan Air untuk Proses..... 78

Tabel 4.15 Kebutuhan Air untuk Steam..... 78

Tabel 4.16 Total Kebutuhan Air Bersih Secara Kontinu..... 79

Tabel 4.17 Jadwal Pembagian Kelompok Shift..... 111

Tabel 4.18 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan..... 114

Tabel 4.19 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan..... 115

Table 5.1 Kesimpulan evaluasi ekonomi..... 136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik..... 59

Gambar 4.2 Tata Letak Peralatan Proses..... 62

Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif..... 74

Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif (kg/jam)..... 75

Gambar 4.5 Siklus Rankine pada pembangkit listrik..... 85

Gambar 4.6 Blok Diagram Pengolahan Limbah Cair..... 92

Gambar 4.7 Struktur Organisasi Pabrik *Nitrit Acid*..... 100

Gambar.4.8. Grafik hubungan kapasitas vs rupiah..... 135

INTISARI

Pabrik Asam nitrat dari ammonia dan gas oksigen ini dirancang dengan kapasitas 40.000 ton/tahun. Pabrik beroperasi secara kotinyu selama 24 jam/hari dan 330 hari/tahun dengan jumlah karyawan sebanyak 145 orang. Pabrik ini termasuk pabrik beresiko tinggi karena prosesnya berlangsung pada kondisi operasi (suhu dan tekanan) tinggi, selain itu produk merupakan bahan kimia yang korosif. Pabrik direncanakan akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur di atas tanah seluas 10979 m^2.

Pembuatan Asam nitrat melalui 3 tahapan reaksi, pertama gas amoniak direaksikan dengan udara dalam reaktor *fixed bed* dengan katalis Platinum-Rhodium (Pt-Rh) pada tekanan 10 atm dan suhu 900 ^oC membentuk nitrogen monoksida, tahap kedua selanjutnya mengabsorpsi gas nitrogen dioksida sehingga terbentuk asam nitrat dengan menggunakan air, sekaligus tahap oksidasi lanjutan gas nitrogen monoksida menjadi nitrogen dioksida pada tekanan 10 atm dan suhu 120 ^oC, tahap yang ketiga yaitu produk utama larutan asam nitrat 65% kemudian di*bleaching* dengan oksigen yang berasal dari udara (*secondary air*) pada tekanan 10 atm dan suhu 120 ^oC sehingga dapat mengurangi zat-zat terlarut pada asam nitrat tersebut. Sedangkan gas buang NO_x terutama gas nitrogen dioksida dan gas sisa dari puncak Stripper dibuang ke atmosfer bersamaan dengan gas keluaran AB-01 melalui puncak Absorber (AB-01).

Bahan baku amoniak yang diperlukan sebanyak 1736,3 kg/jam serta gas oksigen 6203,8850 kg/jam. Kebutuhan utilitas meliputi air sebanyak 26,642 m^3/jam, bahan bakar 19.3792 kg/jam, dan Listrik 1576,156 kwatt.

Modal tetap yang diperlukan sebesar Rp. 47.866.927.530 sedangkan modal kerja yang dibutuhkan sebesar Rp. 127.783.150.943. Keuntungan sebelum pajak tiap tahun mencapai Rp. 132.178.477.345 dan sesudah pajak (25%) sebesar Rp 33.044.619.336. *Percent Return On Investment* sebelum pajak 27,61 % dan sesudah pajak 20,71 %. *Pay out time* sebelum pajak 1,78 tahun dan sesudah pajak 2,94 tahun. *Break event point* yang diperoleh sebesar 41,23 % dan *shut down point* sebesar 18,29 %. *Discounted cash flow* yang didapatkan yaitu 22,35 %. Hasil evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa pabrik asam nitrat dari ammonia dan udara ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

ABSTRACT

Plant of nitric acid from ammonia and oxygen gas was designed with a capacity of 40,000 tons / year. It works continually for 24 hours/day and 330 days/year and employs as many as 145 employees. This plant is included high risk plant because processes at high operation condition (temperature and pressure), and corrosive products. Plant is planned to be established in the East Kalimantan, on the land area of 10.979 m^2.

Nitric acid production is through 3 stages of the reaction, that is the first ammonia gas is reacted with air in a fixed bed reaktor with catalyst Platinum-rhodium (Pt-Rh) at a pressure of 10 atm and a temperature of 900 ° C to form nitrogen monoxide. The second stage is to absorb nitrogen dioxide gas, to form nitric acid , and to react nitrogen monoxide into nitrogen dioxide at a pressure of 10 atm and a temperature of 120 ^oC. The third stage is to obtain product of 65% nitric acid solution and then was bleached using oxygen from the air (secondary air) at a pressure 10 atm and a temperature of 120°C, in order to reduce substances dissolved in the nitric acid. While the exhaust gas NOx from the top of Stripper discharged into the atmosphere along with the gas output of AB-01 through the top of Absorber (AB-01).

The plant required raw material of ammonia at rate 1736,3 kg/h and oxygen gas 6203.8850 kg / hour. Utilities needs water as much as 26.642 m^3/h, fuel 19.3792 kg / h, and Power 1576.156 kWatt.

Fixed capital needed is Rp. 47,866,927,530 while the working capital needed is Rp. 127.783.150.943. Pre-tax profits each year is Rp. 132.178.477.345 and after tax of (25%) Rp 33.044.619.336. Percent Return On Investment before tax of 27.61% and 20.71% after tax. Pay out time before tax and after tax of 1,78 years and 2,94 years. Break even point reach 41,23% and shut down point is 18,29%. Discounted cash flow obtained is 22,35%. Result of economic evaluation showes that the nitric acid plant of ammonia and air is decent to be studied further.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asam nitrat merupakan salah satu asam kuat yang terdapat di alam dalam bentuk garam-garam nitrat. Asam ini diperkirakan berasal dari mineral natrium nitrat. Sejak dahulu asam nitrat dipakai untuk memisahkan emas dari perak, serta untuk melarutkan logam-logam dasar. Asam nitrat juga merupakan agen pengoksidasi, sehingga asam nitrat banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri kimia, seperti industri obat-obatan, fiber sintesis, insektisida, dan fungisida, serta paling banyak digunakan dalam pembuatan ammonium nitrat dan pada industri pupuk. Nitrat organik (nitrogliserin, glikol nitrat, selulosa nitrat) dan senyawa-senyawa nitro (TNT, RDX, asam pikrat) semuanya membutuhkan asam nitrat dalam proses sintesisnya.

Asam nitrat kualitas komersial diproduksi sesuai spesifikasi, pada umumnya dengan konsentrasi 53,4% - 68,7% berat. Asam konsentrasi tinggi (94,5% - 95,5%) dikenal sebagai asam nitrat pekat, dan diproduksi dalam kilang yang dirancang khusus, karena itu biaya produksinya lebih mahal. Asam nitrat dapat juga dibuat menjadi asam nitrat encer melalui distilasi ekstraksi dengan bahan dehidrasi yang kuat, seperti asam sulfat dan magnesium sulfat.

Mengingat banyaknya industri kimia yang membutuhkan asam nitrat sebagai bahan baku maupun bahan penunjang, maka perlu upaya untuk meningkatkan

produksi asam nitrat dalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap luar negeri.

Dari uraian di atas dapat dilihat pendirian pabrik asam nitrat di Indonesia perlu dilakukan karena didukung oleh alasan-alasan sebagai berikut:

1. Untuk memenuhi kebutuhan asam nitrat di dalam negeri yang setiap tahunnya terus meningkat dan sebagian produknya untuk di ekspor.

2. Mengurangi ketergantungan impor dan juga dapat menghemat devisa negara.

3. Pendirian pabrik asam nitrat diharapkan akan mendorong berdirinya industri hilir yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan baku dan bahan penunjang, sehingga akan mendorong perkembangan industri Indonesia.

4. Pendirian pabrik ini akan membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat mengurangi masalah pengangguran.

5. Semakin meningkatnya kebutuhan Asam nitrat di dunia hingga mencapai 6,5% per tahun.(Sumber: ICIS Chemical Business,2008)

Pemenuhan kebutuhan asam nitrat di dalam negeri merupakan target utama didirikannya pabrik ini, namun tidak menutup kemungkinan dilakukannya ekspor. Untuk itu harus dilihat dahulu acuan utama untuk menentukan kapasitas produksi yang optimal berdasarkan data kebutuhan asam nitrat di dalam negeri.

Kebutuhan asam nitrat dalam negeri yang semakin meningkat setiap tahunnya dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Kebutuhan impor Asam Nitrat di Indonesia

No.	Tahun	Volume Impor (Ton / Tahun)
1	2005	7559.481
2	2006	5828.179
3	2007	8770.969
4	2008	8966.602
5	2009	10225.017
6	2010	11269.757

Sumber : BPS Yogyakarta.

Dengan analisis regresi linier diperoleh persamaan :

$$Y = 912.5007714X - 1823075.298$$

Tabel 1.2 Prediksi Kebutuhan Asam Nitrat di Indonesia dari impor

No.	Tahun	Kebutuhan impor Asam Nitrat (Ton/Th)
1	2011	11963.7535
2	2012	12876.2543
3	2013	13788.75508
4	2014	14701.25585
5	2015	15613.75662
6	2016	16526.25739
7	2017	17438.75816
8	2018	18351.25893

Sehingga total kebutuhan asam nitrat dalam negeri dengan menjumlahkan kebutuhan impor dan produksi dalam negeri pada tahun 2018 sebesar 73.351 ton/th. Kebutuhan asam nitrat tersebut sebagian masih

dipenuhi dengan mengimpor dari negara-negara lain seperti Jepang, Hongkong, Korea, Taiwan, China, Thailand, Malaysia, Singapura, India, Australia, Amerika, Kanada, Inggris, Belanda, Prancis, Jerman, Belgia, Swiss dan Swedia.(Sumber: BPS Yogyakarta, 2012)

Tabel. 1.3 Negara importir Asam Nitrat di Indonesia

Negara importir asam nitrat di Indonesia	
Jepang	Amerika(US)
Hongkong	Kanada
Korea,demokratik	Inggris(UK)
Korea,republik	Belanda
Taiwan	Prancis
China	Jerman
Thailand	Belgia
Singapura	Swiss
Malaysia	Swedia
India	Australia

Sumber: BPS Yogyakarta,2012

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Pemilihan Proses

Asam Nitrat merupakan cairan yang tidak berwarna, sangat korosif mempunyai rumus kimia HNO_3. Nama lain dari Asam Nitrat adalah Aqua Fortis, Re Fuming.

Ada beberapa cara untuk membuat asam nitrat, diantaranya adalah :

1. Oksidasi amonia dengan katalis Pt-Rh
2. Reaksi antara natrium nitrat dengan asam sulfat (Proses Retort)

1. Proses Oksidasi

Proses Oksidasi pembuatan Asam Nitrat mengunakan bahan baku Amoniak (NH_3) dan udara.

Reaksi :

$$4\ NH_{3(g)} + 5\ O_{2(g)} \longrightarrow 4\ NO_{(g)} + 6\ H_2O_{(g)}$$

$$2\ NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\ NO_{2(g)}$$

$$3\ NO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2\ HNO_{3(l)} + NO_{(g)}$$

Proses :

Udara dikompresikan dan di panaskan hingga mencapai suhu 900ºC dan tekanan 10 atm. Amoniak diuapkan dalam vaporizer dan selanjutnya dicampurkan dengan udara yang sudah dikompresi pada 10 atm. Campuran antara udara dan Amonia dimasukan ke dalam reaktor yang berisi katalisator Platina. Pada reaksi ini konversi reaksi bahan untuk menjadi produk adalah 98%. Dari reaktor akan dihasilkan Nitrogen monoksida (NO). Hasil Nitrogen monoksida kemudian direaksikan lanjut dengan oksigen supaya terbentuk Nitrogen dioksida pada suhu 120ºC dan tekanan 10 atm, kemudian dilanjutkan dengan proses absorpsi dengan air sehingga menghasilkan Asam Nitrat yang konsentrasinya 65%. Proses oksidasi lanjut dengan absorpsi terjadi pada absorber. (Faith, WL, Keyes DB, 1959)

2. Proses Retort

Pada proses ini digunakan bahan dasar Natrium Nitrat dan Asam Sulfat

Reaksi :

$$NaNO_3\ (l) + H_2SO_4\ (l) \longrightarrow NaHSO_4\ (l) + HNO_3\ (l)$$

Proses :

Bahan baku Natrium Nitrat dan Asam Sulfat masuk reaktor tangki berpengaduk. Reaktor dipanaskan secara isotermal pada suhu 150ºC selama 10 jam. Konversi pembentukan asam Nitrat adalah 97%. Selama waktu itu NO_2 dan air akan teruapkan. Uap Asam Nitrat di lewatkan dikondensor parsial, kemudian dipisahkan antara gas dan cairanya dalam separator. Cairan Asam Nitrat di dinginkan dengan menggunakan Cooler dan selanjutnya di simpan sebagai hasil Asam Nitrat. Konsentarsi hasil adalah sebesar 90%. Gas yang tidak terembunkan diserap dengan menggunakan air pada absorber. Hasil bawah menghasilkan kadar Asam Nitrat 43%. Hasil samping reaktor berupa campuran *"either cake"*. Bahan ini dapat di jual pada industri baja dan dapat juga di pakai sebagai bahan baku Asam Klorida bila di reaksikan dengan garam NaCl. (Faith, WL, Keyes DB, 1959)

Industri – industri pada sekarang ini, kebanyakan pada prosesnya lebih memilih proses prodiksi secara kontinu. Sehingga diantara cara pembuatan asam nitrat tersebut di atas, yang merupakan proses yang paling komersil adalah pembuatan asam nitrat dengan cara oksidasi amonia dengan katalis Pt-Rh. (Kirk Othmer,1990)

Produksi asam nitrat dewasa ini didominasi oleh dua macam pabrik yang menggunakan proses yang berbeda, Amerika dan Eropayaitu : pabrik bertekanan tunggal (sistem Amerika atau Du pont) dan pabrik tekanan ganda (sistem Eropa). Biaya investasi pabrik tekanan tunggal lebih rendah dan menghasilkan sejumlah besar uap sebagai hasil samping. Pabrik tekanan ganda lebih rendah biaya katalisnya dan hasilnya pun agak tinggi. Dewasa ini, dari segi biaya menyeluruh kedua proses saling bersaing.

Beberapa proses pembuatan asam nitrat dari amonia ditinjau dari kondisi operasi di reaktor dan kondisi absorber, yaitu :

1. *Monopressure process*

Proses ini menggunakan tekanan*medium pressure* 0.3-0.6 MPa (3-6 atm), atau *high pressure*, 0.7-1.2 MPa (7-12 atm) di reaktor dan di absorber. Proses ini meliputi tiga tahap, yaitu oksidasi amonia dengan udara dengan bantuan katalis Pt-Rh, kemudian dilanjutkan dengan oksidasi nitrogen oksida (NO) menjadi nitrogen dioksida (NO_2), dan terakhir adalah absorpsi NO_2 dengan air membentuk asam nitrat. Dari perbandingan dua proses diatas, pada proses *high pressure* memiliki biaya investasi dan ukuran alat yang lebih kecil. (Kirk Othmer,1990)

2. *Dualpressure process*

Proses ini juga meliputi tahapan oksidasi amonia, oksidasi NO dan absorpsi NO_2 membentuk asam nitrat. Proses ini menggunakan katalis dengan biaya yang lebih rendah. Di *Dualpressure process*, unit-unit beroperasi pada tekanan 3-6 atm

pada proses oksidasi dan pada sistem absorpsi beroperasi pada tekanan 11-15 atm. (Kirk Othmer,1990)

Dari dua macam proses yang ada, dalam pra rancangan pabrik asam nitrat ini, proses yang dipilih adalah proses oksidasi dengan *Monopressure process* pada tekanan tinggi (10 atm). Adapun yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan proses ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan baku yang diperlukan untuk proses mudah untuk didapatkan dengan jumlah yang memadai.
2. Biaya investasi untuk pendirian pabrik relatif lebih rendah.
3. Produk yang diinginkan dengan konversi yang cukup tinggi(>90%). (Kick Othmer,1990)
4. Proses menghasilkan sejumlah besar steam, karena dapat memanfaatkan panas proses. Sehingga akan mengurangi beban proses dan biaya akan kebutuhan steam.

1.2.2 Kegunaan Asam Nitrat

1 Industri ammonium nitrat

Sebagian besar produk asam nitrat (65%) digunakan oleh industri ammonium nitrat.

2 Industri elektroplating.

Industri yang menggunakan elektroplating, antara lain : industri appliances, marina, air cruft, container, metal dan industri elektronika.

3 Industri bahan peledak.

Penggunaan asam nitrat dalam industri bahan peledak adalah sebagai pembuat nitrogliserin.

4 Industri pestisida.

Penggunaan asam nitrat dalam pembuatan pestisida adalah sebagai bahan pembuat nitroklorobenzene

5 Industri steel refining.

Dengan proses *passivation*(permukaan menjadi pasif) ini oksida logam yang terbentuk selama pengelasan (welding), kontaminan dan partikel logam lain dibersihkan dari permukaan baja.

6 Industri fiber sintetik.

Pada industri serat, khususnya pada pembuatan serat nilon. Fungsi Asam nitrat ini digunakan pada proses oksidasi perpecahan cyclohexena dengan asam nitrat, suatu mengoksidasi sangat kuat.

7 Industri plastik.

Asam nitrat pada industri plastik, digunakan pada proses pembuatab plastik poliuretan.

8 Industri zat warna.

Dalam penggunaannya, asam nitrat digunakan dalam proses pembuatan zat warna sintetis.

9 Industri farmasi.

Pada industri obat-obatan, sifat asam sebagai larutan penyangga digunakan sebagai pengendali pH.

10 *Uranium recovery* (berkembangnya program nuklir, mengakibatkan konsumsi asam nitrat meningkat).

1.2.3 Tinjauan Proses Secara Umum

- **Oksidasi Amonia**

Oksidasi katalitik amonia merupakan langkah awal dalam pembuatan asam nitrat. Hasil oksidasi dalam katalis Pt-Rh ini adalah nitrogen oksida (NO).Hasil oksidasi ini tergantung pada temperatur, tekanan, kecepatan aliran gas dan tipe katalis. Konversi akan meningkat dengan meningkatnya temperatur, meskipun meningkatnya konversi seimbang dengan katalis yang hilang pada temperatur tinggi. Pada reaksi ini konversinya 98%. (Kirk Othmer,1990)

Reaksi :

$$4\ NH_{3(g)} + 5\ O_{2(g)} \longrightarrow 4\ NO_{(g)} + 6\ H_2O_{(g)} \quad \Delta H = -216{,}600\ KJ/Kmol$$

- **Oksidasi lanjutan**

Gas NO yang keluar dari reaktor diturunkan suhunya segera. Dengan adanya oksigen berlebih dan suhu yang lebih rendah (120^oC) maka konversi NO menjadi NO_2 menjadi 90%.

Reaksi :

$$2\ NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\ NO_{2(g)}$$

- **Absorpsi NO_2**

Dalam proses penyerapan gas NO_2, air dapat berfungsi ganda yaitu selain sebagai media penyerap gas NO_2 dan sebagai pereaksi yang akan bereaksi dengan gas NO_2 untuk menghasilkan HNO_3 pada suhu 120°C. Pada reaksi yang terjadi di Absorber(AB-01) yaitu reaksi oksidasi lanjut NO dan juga proses absorpsi reaksi NO_2. Persentase NO_2 yang bereaksi dari jumlah reaksi antara NO dan O_2 sebesar 87% dengan konversi reaksi NO_2 menjadi HNO_3 sebesar 99,99%.

Proses absorpsi :

$$3\ NO_{(g)} + H_2O_{(g)} \longrightarrow 2\ HNO_{3(l)} + NO_{(g)}$$

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

- **Asam Nitrat :**

- **Sifat fisis**

Rumus Molekul	: HNO_3
Wujud (30 ^oC, 1 atm)	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 63,00
Titik Didih (^oC)	: 121
Titik Leleh (^oC)	: -42
Temperatur Kritis (^oC)	: 132,5
Tekanan Kritis (atm)	: 111,52
Densitas (g/mL)	: 1,2839 (80 ^0C)
Panas Spesifik (Kal/g ^0C)	: 0,640 (20 ^0C)
Kemurnian	: 65% (berat)
Impuritas	: maks. 0,02% NO_2 (berat)
Kandungan air	: 35 %, maks. 40% (berat)
Sifat	: Korosif
Kelarutan	: Larut dalam air

- **Sifat Kimia**

1. Reaksi sebagai asam

Asam nitrat adalah suatu asam asam kuat, yang mudah bereaksi dengan alkali, oksida dan senyawa basa dalam bentuk garam. Reaksi dengan amonia membentuk ammonium nitrat sebagai pupuk merupakan produk industri yang terbesar dengan HNO_3 sebagai bahan baku.

2. Reaksi sebagai pengoksidasi

Asam nitrat oksidator kuat. Bahan-bahan organik seperti terpentin, charcoal dan serbuk gergaji yang dioksidasi dengan hebat dan alkali dapat bereaksi dengan eksplosif dengan HNO_3 pekat.Hasil produksi asam nitrat bervariasi, sesuai dengan konsentrasi asam dan kekuatan zat pereduksi yang bereaksi dengan asam nitrat.

3. Reaksi sebagai zat penitrasi

Asam nitrat membentuk senyawa ester dari nitro dengan bahan-bahan organik. Asam nitrat juga dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa organik dimana asam yang ada berfungsi sebagai zat pengoksidasi dan juga sebagai sumber ion hidrogen. Pembentukan nitrat organik dengan esterifikasi yaitu O-nitrasi, termasuk reaksi dengan kelompok hidroksil.

$$ROH + HONO_2 \longrightarrow RONO_2 + H_2O$$

Esterifikasi dengan asam nitrat termasuk reaksi penting dalam industri, yaitu reaksi dengan glyserol membentuk nitroglyserin dan reaksi dengan sellulosa membentuk nitrosellulosa.

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

1. Amoniak

- **Sifat fisis**

Rumus Molekul	: NH_3
Berat Molekul, Kg/Kmol	: 17,03
Wujud (30^oC, 1 atm)	: gas
Wujud (30 ^oC, 17.42 atm(18 kg/cm^2)	: cair
Kenampakan	: Tidak berwarna
Titik Didih normal(^oC)	: -33,4
Titik Leleh normal(^oC)	: -77,7
Densitas cairan (60 ^0C)	: 38,50 lb/cuft
Temperatur Kritis (^oC)	: 132,4
Tekanan Kritis (atm)	: 111,5
Kelarutan	: Larut dalam air
Kemurnian	: min. 99,5% (berat)
Impuritas(H_2O)	: maks.0,5% (berat)
Kelarutan	: Larut dalam air

- **Sifat Kimia**

Oksidasi amonia dengan katalis Platinum-Rhodium menghasilkan nitrogen oksida dan air untuk menghasilkan asam nitrat.

Reaksi :

$$4\ NH_{3(g)} + 5\ O_{2(g)} \longrightarrow 4\ NO_{(g)} + 6\ H_2O_{(g)}$$

$$2\ NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\ NO_{2(g)}$$

$$3\ NO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2\ HNO_{3(l)} + NO_{(g)}$$

2. Udara

Tabel 2.1 Sifat Fisis Udara

Sifat Gas	Nitrogen	Oksigen
Persentase (%)	79	21
Berat Molekul (gr/mol)	28	32
Wujud	Gas	Gas
Kenampakan	Tidak berwarna	Tidak Berwarna
Spesifik Gravity	12,5	1,7
Titik Didih (1 atm,^oC)	-195,8	-183
Titik Leleh (^oC)	-209,86	-218,4
Temperatur Kritis (^oC)	-147,1	-118,8
Tekanan Kritis (atm)	33,5	49,7

3. H_2O

Berat molekul : 18 kg/kmol

Titik didih : 100 ^{o}C

Temperatur kritis : 101,15^{o}C

Temperatur kritis : 218,4 atm

Heat Capacity, cal/mol ^{o}K : $3,47+1,45.10^{-3}T +0,121.10^5\ T^2$

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

Katalis Pt-Rh

Wujud : Padat

Bentuk : bulat

Komposisi : Pt (90%) – Rh (10%)

2.4 Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik asam nitrat ini meliputi:

1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

2 Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatanasam nitratdi pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisisnya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses. Bahan-bahan tersebut antara lain :

- platinum, sebagai katalisator
- *Dowtherm A*, sebagai pendingin di reaktor.
- Air, untuk keperluan utilitas, pendingin dan pemanas.
- Pasir, sebagai penyaring di Bak Saringan Pasir.
- Zeolit, sebagai pengisi di kation dan anion exchanger.
- Kaporit, sebagai bahan pembuat larutan desinfektan untuk keperluan rumah tangga.
- Larutan NaCl, untuk meregenerasi kation exchanger.
- Larutan NaOH, untuk meregenerasi anion exchanger.
- $Al_2(SO_4)_3$, untuk proses koagulan.
- Bahanbakar Furnace.
- *Diesel oil* (Solar), sebagai bahan bakar diesel (Genzet).

3 Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian ataupengawasan bahan selama proses berlangsung. Pengendalian tersebut meliputi jumlah amoniak, kadar udara, dan perbandingan udara denganamoniak.

4 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi asam nitrat.Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama asam nitratpada saat akan dipindahkan dari *storage tank* kekendaraan pengangkut.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Secara garis besar, pembuatan asam nitrat dari amoniak dengan proses oksidasi, terdiri dari beberapa tahap :

1. Tahap penyiapan bahan baku.
2. Tahap reaksi oksidasi.
3. Tahap reaksi oksidasi lanjutan dan Absorpsi
4. Tahap *bleaching*.

1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan umpan reaktor dengan komposisi tertentu sesuai dengan kondisi operasi yaitu fase gas pada suhu 900 ^{0}C dan tekanan 10 atm. Bahan baku untuk umpan reaktor adalah amoniak dan udara.

a. Bahan baku amoniak

Amoniak dalam kondisi cair disimpan dalam tangki (T-01) yang berbentuk silinder horizontal dengan kedua tutup ujungnya berbentuk hemisperical disertai penyangga dengan kondisi tekanan 17,42 atm dan suhu 30^{0}C. Agar sesuai

dengan kondisi reaktor, yaitu suhu 900 ^{0}C dan tekanan 10 atm dalam fase gas, maka amoniak dalam kondisi cair jenuh diubah fasenya menjadi fase gas dalam Amoniak Vaporizer (VP-01) pada suhu 55 ^{0}C.

Untuk menurunkan tekanan agar sesuai dengan kondisi reaktor (R-01), amoniak dalam fase gas diexpansi dengan Expander (EV-01) sehingga tekanannya turun dari 17,42 atm menjadi 10 atm. Sebelum masuk Reaktor (R-01), campuran gas tersebut suhunya harus dikondisikan terlebih dahulu dengan melewatkan ke dalam furnace (FU-01), sehingga suhu campuran gas keluar 900^{0}C.

b. Bahan baku udara

Udara sebagai bahan baku diperoleh langsung dari udara bebas dengan menggunakan Blower (BL-01). Udara ini kemudian difilter dengan Filter (FL-01) untuk memisahkan partikel-partikel padat yang dapat menyumbat aliran udara. Kemudian udara tersebut dikompresi dengan Kompressor (CP-01) dari tekanan 3 atm (keluaran BL-01) menjadi 10 atm. Aliran udara ini selanjutnya dibagi menjadi 2 bagian, yaitu sebagai *primary air*, *secondary air*. Pada *primary air* dialirkan melalui suatu *control valveI* untuk dicampur dengan uap amoniak dalam Mix Point (MP-01). Sedangkan *secondary air* melalui *control valve* masuk ke Stripper (ST-01) untuk proses *stripping* NO_x. Kemudian campuran *primary air* dan uap amoniak tersebut suhunya harus disesuaikan dengan kondisi reaktor (R-01) terlebih dahulu dengan melewatkan ke dalam Furnace (FU-01), sehingga suhu campuran gas keluar 900 ^{0}C. Setelah itu, campuran gas diumpankan ke Reaktor (R-01).

2. Tahap Reaksi Oksidasi

Dalam Reaktor (R-01) terjadi reaksi oksidasi katalitik amoniak dengan udara membentuk gas NO dengan menggunakan katalis Pt-Rh. Reaktor yang digunakan adalah reaktor fixed bed dengan kondisi isothermal pada suhu 900 ^{0}C dan tekanan 10 atm dan konversi 98%. Dalam reaktor berisi tumpukan katalis Pt-Rh. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, sehingga diperlukan pendingin untuk menjaga suhu reaksi. campuran gas dari reactor dilewatkan pada *Heat exchanger network* yaitu HE-01, HE-02, HE-03, WHB-01, WHB-02 dan HE-04 untuk menurunkan suhu hingga suhu 227,7 ^{0}C. Panas gas keluaran reaktor ini dimanfaatkan untuk memanaskan bahan dan untuk menghasilkan steam dengan mengambil panas gas keluaran reaktor.

3. Tahap Reaksi Oksidasi Lanjutan dan Absorpsi

Tahap ini terjadi pada alat proses Absorber (AB-01) bertujuan untuk mengabsorpsi gas NO_2 sehingga terbentuk HNO_3 dengan menggunakan H_2O, sekaligus tahap oksidasi lanjutan gas NO menjadi NO_2. Campuran gas (N_2, O_2, H_2O, dan NO) yang keluar dari HE *network* yang terdiri dari HE-01, Heater tail gas, yang berfungsi untuk memanaskan gas buang keluaran Absorber (AB-01) dan stripper (ST-01) menjadi 300^{o}C. HE-02, Heater udara yang berfungsi untuk memanaskan udara umpan stripper (ST-01) untuk proses stripping menjadi 120^{0}C. HE-03, Heater umpan absorber (AB-01) yang berfungsi untuk memanaskan gas umpan absorber menjadi 120^{0}C. kemudian panas gas tadi dimanfaatkan lebih lanjut untuk pembuatan steam pada waste heat boiler (WHB) yang terdiri dari

WHB-01 untuk pembuatan saturated steam dan WHB-02 untuk pembuatan superheated steam untuk proses pembangkitan listrik. Selanjutnya gas tersebut dimanfaatkan lebih lanjut untuk memanaskan air umpan (*water preheter*) pada HE-04 menjadi 144°C. Suhu gas keluaran HE-04 menjadi 227.7°C, campuran gas ini kemudian didinginkan dalam cooler (HE-05) lalu dikondensasikan dalam kondenser (CD-01) untuk mencairkan air. Kemudian fasa campuran dipisahkan pada separator (SP-02) untuk dipisahkan air yang sudah dalam bentuk cair dengan campuran gas lainnya. Gas dari atas separator (SP-02) dialirkan ke absorber (AB-01) yang sebelumnya telah dipanaskan sampai suhu 120°C pada HE-03.

Absorber ini menggunakan jenis packed coloum, cairan penyerap adalah H_2O dari unit utilitas yang dipanaskan dari suhu 30°C sampai suhu 120°C. Hasil atas berupa polutan gas dengan suhu 120°C, polutan gas (NO_x) ini dipanaskan dulu suhunya sampai 300°C. Pada heater tail gas (HE-01) sebelum dibuang ke atmosfer. Sebelum dibuang ke atmosfer gas tersebut dilewatkan terlebih dahulu pada alat turbin untuk menghasilkan energi listrik. Hasil bawah absorber (AB-01) berupa HNO_3, NO_2 dan H_2O yang kemudian masuk bagian atas stripper (ST-01).

4. Tahap *Bleaching*

Produk utama larutan asam nitrat 65% kemudian di*bleaching* dengan oksigen yang berasal dari udara (*secondary air*) sehingga dapat mengurangi zat-zat terlarut pada asam nitrat tersebut. Sedangkan gas buang NO_x terutama gas NO_2 dan gas sisa dari puncak Stripper dibuang ke atmosfer bersamaan dengan gas keluaran AB-01 melalui puncak Absorber (AB-01). produk utama asam nitrat keluar

melalui dasar Stripper (ST-01) didinginkan Cooler (C-06) hingga suhu 30 ^{0}C dan diturunkan tekanannya dengan expander (EX-02) dari 10 menjadi 1 atm kemudian produk ditampung dalam tangki penyimpanan (T-02).

3.2 Spesifikasi Alat

1. Tangki Penyimpan *Amoniak* (NH_3)

Kode	:	T – 01
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku NH_3 untuk kebutuhan selama 3 hari.
Tipe	:	Tangki *Silinder horizontal.*
Kondisi Operasi	:	T = 30 ^{o}C. P = 17 atm.
Kondisi Penyimpanan	:	Cair.
Kapasitas	:	240.968 m^3
Jumlah	:	2 Buah.
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Steel SA 212 Flange.*
Diameter	:	4.25 m.
Tebal *Shell*	:	2.25 in = 0.057 m.
Tebal *head*	:	2.5 in = 0.0635 m.

Harga = $52135

2. Tangki Penyimpan *Asam Nitrat* (HNO_3)

Kode	:	T – 02

Fungsi : Menyimpan Produk HNO_3 untuk kebutuhan selama 14 hari.

Tipe : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *dished head.*

Kondisi Operasi : T = 30 ^oC.
P = 1 atm.

Kondisi Penyimpanan : Cair.

Kapasitas : 290.1676 m^3

Jumlah : 1 Buah.

Bahan Konstruksi : *Stainless steel AISI 304(SA-167).*

Diameter : 6.096 m.

Tebal *Shell* : 0.1875 in = 0.00476 m.

Tebal *head* : 0.1875 in = 0.00476 m.

Harga = $ 220972

3. Reaktor

Kode : R – 01

Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi Oksidasi NH_3 menjadi NO

Jenis : *Fixed Bed Reactor*

Kondisi Operasi : T = 900^oC.
P = 10 atm

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-201.

Jumlah : 1 buah

Diameter : 1.59 m.

Volume : 11.7435 m^3

Tinggi : 6.0828 m.

Katalis : Platinum – Rhodium.

- Bentuk : Bulat.
- Diameter : 0.000175 m.
- Mesh : 80.
- Wujud : Padat.
- Komposisi : 90% Pt dan 10% Rh.

Tebal *Head* : 0.041275 m.

Tebal *Shell* : 0.041275 m.

Isolator

- Tebal Isolasi : 0.037389 m.

Harga = $ 26285

4. Absorber

Kode : AB – 01

Fungsi : 1. Tempat terjadinya reaksi pembentukan NO_2, NO, HNO_3.

2. Tempat penyerapan gas NO_2 sebesar 28120.0904 Kg / jam.

Jenis : Packed bed

Kondisi Operasi : T = 120^oC.

P = 10 atm.

Bahan Konstruksi : Stainless steel AISI 304 (SA-167).

Jumlah : 1 buah

Diameter : 1.8472 m.

Volume : 24.9301 m^3

Tinggi : 9.3074 m.

Tebal *Head* : 0.1446 m.

Tinggi *Head* : 0.4259 m.

Tebal *Shell* : 0.00953 m.

Harga= $ 11801

5. Pompa

Kode : P - 01

Fungsi : Mengalirkan amoniak dari tangki truk ke tangki bahan baku.

Jenis : *single stage centrifugal pump.*

Jumlah : 2 buah.

Kapasitas : 15.385 gpm.

Daya pompa : 1 HP.

Daya motor : 1 HP.

Pipa yang digunakan

D, Nominal size : 1 in = 0.0254 m.

Schedule Number : 40

ID : 1,049 in = 0,02644 m.

OD : 1,32 in = 0,033528 m.

Harga= $ 3599

6. Pompa

Kode	: P - 02	
Fungsi	: Mengalirkan hasil bawah separator ke Reboiler.	
Jenis	: *single stage centrifugal pump.*	
Jumlah	: 2 buah.	
Kapasitas	: 0.652 gpm.	
Daya pompa	: 0.05 HP.	
Pipa yang digunakan		
D, Nominal size	: 0.5 in	= 0.0127 m.
Schedule Number	: 40	
ID	: 0.546 in	= 0,0138 m.
OD	: 0.84 in	= 0,0213 m.

Harga= $ 8725

7. Pompa

Kode	: P - 03	
Fungsi	: Mengalirkan udara dari Kompresor ke Furnace.	
Jenis	: *single stage centrifugal pump.*	
Jumlah	: 2 buah.	
Kapasitas	: 157.357 gpm.	
Daya pompa	: 1 HP.	
Pipa yang digunakan		
D, Nominal size	: 4 in	= 0.1016 m.

Schedule Number : 40

ID : 4.026 in = 0,1023 m.

OD : 4.5 in = 0,1143 m.

Harga= $ 8725

8. Pompa

Kode : P - 04

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran Kondenser Ke Separator.

Jenis : *single stage centrifugal pump.*

Jumlah : 2 buah.

Kapasitas : 56.14 gpm.

Daya pompa : 12 HP.

Pipa yang digunakan

D, Nominal size : 1.5 in = 0.0381 m.

Schedule Number : 40

ID : 1.61 in = 0,04089 m.

OD : 1.9 in = 0,04826 m.

Harga= $ 4908

9. Pompa

Kode : P - 05

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran HE-03 ke Absorber.

Jenis : *single stage centrifugal pump.*

Jumlah : 2 buah.

Kapasitas : 150.417 gpm.

Daya pompa : 1.93 HP.

Daya motor : 2 HP.

Pipa yang digunakan

D, Nominal size : 3 in = 0.0762 m.

Schedule Number : 40

ID : 3.068 in = 0,0779 m.

OD : 3.5 in = 0,0889 m.

Harga= $ 7198

10. Pompa

Kode : P - 06

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah absorber ke stripper.

Jenis : *single stage centrifugal pump.*

Jumlah : 2 buah.

Kapasitas : 25.683 gpm.

Daya pompa : 99 HP.

Daya motor : 125 HP.

Pipa yang digunakan

D, Nominal size : 12 in = 0.3048 m.

Schedule Number : 40

ID : 12.09 in = 0,3071 m.

OD : 12.75 in = 0,32385 m.

Harga= $ 18760

11. Pompa

Kode	: P - 07	
Fungsi	: Mengalirkan udara dari HE-02 ke Stripper.	
Jenis	: *single stage centrifugal pump.*	
Jumlah	: 2 buah.	
Kapasitas	: 39.339 gpm.	
Daya pompa	: 1 HP.	
Daya motor	: 1 HP.	
Pipa yang digunakan		
D, Nominal size	: 2 in	= 0.0508 m.
Schedule Number	: 40	
ID	: 2.067 in	= 0,0525 m.
OD	: 2.38 in	= 0,0605 m.

Harga= $ 5453

12. Stripper

Kode	: ST – 01	
Fungsi	: Tempat membleaching HNO_3 dari Absorber	
Jenis	: Packed bed.	
Kondisi Operasi	: T = 120^oC.	
	P = 10 atm.	
Bahan Konstruksi	: Stainless steel AISI 304 (SA-167).	
Jumlah	: 1 buah	
Diameter	: 1.1798 m.	

Volume : 20.807 m^3

Tinggi : 19.0424 m.

Tebal *Head* : 0.0111 m.

Tinggi *Head* : 0.3198 m.

Tebal *Shell* : 0.0064 m.

Tebal Jaket : 0.3 m.

Harga= $ 6,943.50

13. Separator

Kode : SP – 01

Fungsi : Memisahkan komponen uap dan cairan yang Keluar dari reaktor.

Jenis : *Vertikal separator single stage.*

Kondisi Operasi : T = 40^oC.

P = 10 atm.

Tinggi : 4.8075 m.

Diameter : 1,067 m.

Perancangan *Shell*

Bahan konstruksi : *Stainless steel AISI 304.*

Tebal *shell* : 0.4375 in = 0,0111 m.

Perancangan *Head*

Bahan konstruksi : *Stainless steel AISI 304.*

Tinggi *head* : 0.2997 m.

Tebal *head* : 0,4375 in = 0,0111 m.

Harga= $ 121065

14. Kompressor

Kode	: CP - 01
Fungsi	: Menaikkan tekanan udara.
Jenis	: *Kompresor sentrifugal double stage.*
Kondisi operasi	: T_o = 30^{o}C T = 41.0565^{o}C
	P_o = 1 atm. P = 10 atm.
Power	: 124.2181 HP.

Harga= $ 75802

15. Filter

Kode	: FL - 01
Fungsi	: Menyaring pengotor debu yang terbawa oleh udara segar sebagai umpan Reaktor dan Stripper.
Jenis	: Bag House *Filter.*
Kondisi operasi	: T = 30^{o}C.
	P= 1 atm.
Jumlah bag	: 116 buah.
Panjang Bag	: 2.4384 m.
Diameter Bag	: 0.2032 m.

Harga= $ 59769

16. Furnace

Kode : FU - 01

Fungsi : memanaskan umpan hingga mencapai suhu reaksi.

Jenis : fired heaters (furnace firebox pipa horizontal)

.

Kondisi operasi : T_o = 51.59^oC. T_1 = 900 ^oC.

P= 10 atm.

Kebutuhan bahan bakar : 647.223 kg/jam.

Tinggi Furnace : 4.572 m.

Lebar Furnace : 4.572 m.

Tinggi stack : 11.54 m.

Jumlah tube : 73 pipa.

Harga= $ 1404952

17. Kondensor

Kode : CD – 01

Fungsi : Untuk mengembunkan sebagian gas yang keluar Dari reaktor 01.

Jenis : *Shell and Tube 1-2 Horizontal Condensor.*

Luas transfer panas : 245.0448 ft^2 = 22.7654 m^2

Beban panas : 1963012.8496 Btu/jam.

Fluida panas

- Suhu masuk : 108.393 ^oC
- Suhu keluar : 48 ^oC

Fluida dingin

- Suhu masuk : 28 ^oC

- Suhu keluar : 40 ^{o}C

Rd perancangan : 0,00427 hr.ft^2.F/Btu

Rd *min* : 0,0030 hr.ft^2.F/Btu

U_C : 406.0677 BTU/hr.Ft^2.F

U_D : 148.6131 BTU/hr.Ft^2.F

Bahan konstruksi

- *Tube* : *Carbon Steel.*
- *Shell* : *Carbon Steel.*

Spesifikasi *Tube*

- *Fluida* : Air.
- Panjang : 18 ft = 5.486 m.
- OD : 1 in = 0,0254 m.
- ID *tube* : 0.87 in = 0,0221 m.
- BWG : 18.
- Susunan : *Triangular pitch*, PT = 1.25 in = 0,03175 m.
- Jumlah *tube* : 52 buah.
- *Passes* : 2
- *Pressure drop* : 0.853 psi.

Spesifikasi *Shell*

- Fluida : Gas keluar reactor.
- ID *shell* : 12 in = 0,54 m.
- *Baffle space* : 20 in = 0,305 m.
- *Passes* : 1
- *Pressure drop* : 0,0422 psi.

Harga= $ 5585

18. Waste Heat Boiler

Kode : WHB – 01

Fungsi : Memanfaatkan panas produk keluar reaktor untuk Menghasilkan saturated steam.

Jenis : Shell and tube boiler.

Kondisi Operasi

- Suhu gas masuk T_1 = 670,796
- Suhu gas keluar T_2 = 655,3437 ^oC
- Suhu condensate masuk t_1 = 144,234 ^oC
- Suhu steam keluar t_2 = 180 ^oC

P = 10 atm

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-201.

Steam yang dihasilkan : 179,496 Kg/jam.

Spesifikasi tube

- OD : 1 in = 0.0254 m.
- ID : 0.67 in = 0.017 m
- BWG : 8 in = 0.203 m.
- Pressure drop : 0.0003 psi.

Spesifikasi shell

- Jarak baffle : 4 in = 0,102 m.
- Susunan : *Triangular pitch*, PT = 1.25 in = 0,03175 m.
- Passes : 1

- Pressure drop : 2,372 psi.
- ID : 8 in = 0,203 m.
- OD : 8,990 in = 0,228 m.

Luas tranfer panas : 38,066 ft²

Jumlah pipa : 14 Buah.

Ud koreksi : 17,309 Btu/jam ft^2 F

Uc : 19,009 Btu/jam ft^2 F

Rd : 0.0052 Btu/jam ft^2 F

Harga= $ 6253850.323

19. Waste Heat Boiler

Kode : WHB – 02

Fungsi : Memanfaatkan panas produk keluar reaktor untuk Menghasilkan superheated steam.

Jenis : Shell and tube boiler.

Kondisi Operasi

- Suhu gas masuk T_1 = 655.3437 ^oC
- Suhu gas keluar T_2 = 257.9989 ^oC
- Suhu condensate masuk t_1 = 144.234 ^oC
- Suhu steam keluar t_2 = 200 ^oC

Tekanan, P = 10 atm

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-201.

Steam yang dihasilkan : 10393.789 Kg/jam.

Spesifikasi tube

- OD : 1 in = 0.0254 m.
- ID : 0.67 in = 0.017 m
- BWG : 8 in = 0.203 m.
- Pressure drop : 0.0003 psi.

Spesifikasi shell

- Jarak baffle : 19.5 in = 0.495 m.
- Susunan : *Triangular pitch*, PT = 1.25 in = 0,03175 m.
- Passes : 1
- Pressure drop : 0,0073 psi.
- ID : 39 in = 0.991 m.
- OD : 39,990 in = 1,000 m.

Luas tranfer panas : 216.669 m²

Jumlah pipa : 766 Buah.

Ud koreksi : 19.385 Btu/jam ft^2 F

Uc : 20.960 Btu/jam ft^2 F

Rd : 0.0039 Btu/jam ft^2 F

Harga= $ 6253850.323

20. Heat Exchanger

Kode : HE – 01

Fungsi : Menaikkan suhu gas buang dari AB-01 dengan gas keluar R-01, Suhu akan dinaikkan dari 120°C menjadi 300 °C

Jenis : *Double pipe.*

Luas transfer panas : 70.0224 ft^2 = 6.505 m^2

Beban panas : 4633457.5124 Btu/jam.

Fluida panas

- Suhu masuk : 900 ^oC
- Suhu keluar : 745.5684 ^oC

Fluida dingin

- Suhu masuk : 120 ^oC
- Suhu keluar : 300 ^oC

Rd perancangan : 0,0111 $hr.ft^2.F/Btu$

Rd *min* : 0,01 $hr.ft^2.F/Btu$

U_C : 182.8579 $Btu/hr.ft^2.F$

U_D : 60.3835 $Btu/hr.ft^2.F$

Bahan konstruksi

- *Annulus* : *Carbon Steel*
- *Pipe* : *Carbon Steel*

Spesifikasi *Annulus*

- *Fluida* : gas buang AB-01.
- Panjang hairpin : 20 ft = 6.096 m.
- OD *annulus* : 3.5 in = 0.0889 m.
- ID *annulus* : 3.068 in = 0,0779 m.
- Jumlah hairpin : 5
- *Pressure drop* : 0,5503 psi.

Spesifikasi *Pipe*

- *Fluida* dingin : *gas keluaran reaktor.*

- ID *pipe* : 2.067 in = 0,0525 m.
- *OD pipe* : 2.38 in = 0,0605 m.
- *Pressure drop* : 0.033 psi.

Harga= $ 1154

21. Heat Exchanger

Kode : HE – 02

Fungsi : Menaikkan suhu udara untuk umpan ST-01 menggunakan gas keluaran R-01, Suhu akan dinaikkan dari 52°C menjadi 120°C.

Jenis : *Double pipe.*

Luas transfer panas : 6.0889 ft^2 = 0.5663 m^2

Beban panas : 428936.1152 Btu/jam.

Fluida panas

- Suhu masuk : 745.568°C
- Suhu keluar : 732.24 °C

Fluida dingin

- Suhu masuk : 52.5165°C
- Suhu keluar : 120°C

Rd perancangan : 0,0225 $hr.ft^2.F/Btu$

Rd *min* : 0,01 $hr.ft^2.F/Btu$

U_C : 86.4293 $Btu/hr.ft^2.F$

U_D : 29.3678 $Btu/hr.ft^2.F$

Bahan konstruksi

- *Annulus* : *Carbon Steel*
- *Pipe* : *Carbon Steel*

Spesifikasi *Annulus*

- *Fluida* : gas keluaran reaktor
- Panjang hairpin : 20 ft = 6.096 m.
- OD *annulus* : 3.5 in = 0.0889 m.
- ID *annulus* : 3.068 in = 0,0779 m.
- Jumlah hairpin : 5
- *Pressure drop* : 0,0913 psi.

Spesifikasi *Pipe*

- *Fluida* dingin : udara
- ID *pipe* : 2.067 in = 0,0525 m.
- *OD pipe* : 2.38 in = 0,0605 m.
- *Pressure drop* : 0.0493 psi.

Harga= $ 266

22. Heat Exchanger

Kode : HE – 03

Fungsi : Menaikkan suhu gas umpan AB-01 menggunakan gas keluaran R-01, Suhu akan dinaikkan dari 40°C menjadi 120°C.

Jenis : *Double pipe.*

Luas transfer panas : 25.2527 ft^2 = 0.2346 m^2

Beban panas : 1977424.2305 Btu/jam.

Fluida panas

- Suhu masuk : 732.2401^{o}C
- Suhu keluar : 670.796 ^{o}C

Fluida dingin

- Suhu masuk : 40^{o}C
- Suhu keluar : 120^{o}C

Rd perancangan : 0,0183 hr.ft^{2}.F/Btu

Rd *min* : 0,01 hr.ft^{2}.F/Btu

U_C : 359.5298 Btu/hr.ft^{2}.F

U_D : 47.3657 Btu/hr.ft^{2}.F

Bahan konstruksi

- *Annulus* : *Carbon Steel*
- *Pipe* : *Carbon Steel*

Spesifikasi *Annulus*

- *Fluida* : gas keluaran reaktor
- Panjang hairpin : 20 ft = 6.096 m.
- OD *annulus* : 3.5 in = 0.0889 m.
- ID *annulus* : 3.068 in = 0,0779 m.
- Jumlah hairpin : 3
- *Pressure drop* : 2.728 psi.

Spesifikasi *Pipe*

- *Fluida* dingin : umpan AB-01(gas)
- ID *pipe* : 2.067 in = 0,0525 m.

- *OD pipe* : 2.38 in = 0,0605 m.
- *Pressure drop* : 2.6232 psi.

Harga= $ 626

23. Heat Exchanger

Kode : HE – 04

Fungsi : Menaikkan suhu air umpan WHB menggunakan gas keluaran R-01, Suhu akan dinaikkan dari 28°C ke bubble point.

Jenis : *Double pipe.*

Luas transfer panas : 70.7426 ft^2 = 6.5791 m^2

Beban panas : 973413.531 Btu/jam.

Fluida panas

- Suhu masuk : 257.99°C
- Suhu keluar : 227.75 °C

Fluida dingin

- Suhu masuk : 28°C
- Suhu keluar : 144°C

Rd perancangan : 0,0117 $hr.ft^2.F/Btu$

Rd *min* : 0,01 $hr.ft^2.F/Btu$

U_C : 105.8884 $Btu/hr.ft^2.F$

U_D : 47.389 $Btu/hr.ft^2.F$

Bahan konstruksi

- *Annulus* : *Carbon Steel*

- *Pipe* : *Carbon Steel*

Spesifikasi *Annulus*

- *Fluida* : gas keluaran reaktor
- Panjang hairpin : 20 ft = 6.096 m.
- OD *annulus* : 3.5 in = 0.0889 m.
- ID *annulus* : 3.068 in = 0,0779 m.
- Jumlah hairpin : 6
- *Pressure drop* : 0.5475 psi.

Spesifikasi *Pipe*

- *Fluida* dingin : air
- ID *pipe* : 2.067 in = 0,0525 m.
- *OD pipe* : 2.38 in = 0,0605 m.
- *Pressure drop* : 0.0072 psi.

Harga= $ 1161

24. Cooler

Kode : HE – 05

Fungsi : Menurunkan suhu gas keluar Reaktor (R-01)

Suhu akan diturunkan menjadi 108.3925 °C.

Jenis : *Shell and Tube 1-2 Horizontal Cooler.*

Luas transfer panas : 322.1385 ft^2 = 29.9589 m^2

Beban panas : 3580006.3284 Btu/jam.

Fluida panas

- Suhu masuk : 227.7521 ^oC

- Suhu keluar : 108.3925 ^{o}C

Fluida dingin

- Suhu masuk : 28 ^{o}C
- Suhu keluar : 48 ^{o}C

Rd perancangan : 0,0096 hr.ft^2.F/Btu

Rd *min* : 0,0030 hr.ft^2.F/Btu

U_C : 96.7285 BTU/hr.Ft^2.F

U_D : 50.1979 BTU/hr.Ft^2.F

Bahan konstruksi

- *Tube* : *Carbon Steel.*
- *Shell* : *Carbon Steel.*

Spesifikasi *Tube*

- *Fluida* : Air.
- Panjang : 18 ft = 5.486 m.
- OD : 0.75 in = 0,0191 m.
- ID *tube* : 0.652 in = 0,0166 m.
- BWG : 18.
- Susunan : *Triangular pitch*, PT = 1 in = 0,0254 m.
- Jumlah *tube* : 109 buah.
- *Passes* : 1.
- *Pressure drop* : 0.2766 psi.

Spesifikasi *Shell*

- Fluida : Gas keluar reaktor.
- ID *shell* : 13.25 in = 0,33 m.

- *Baffle space* : 12 in = 0,30 m.
- *Passes* : 1
- *Pressure drop* : 0,5064 psi.

Harga= $ 7223

25. Cooler

Kode : HE – 06

Fungsi : Untuk mendinginkan HNO_3 sebanyak 5037.2659 kg/jam keluaran stripper sebelum masuk ke tangki penyimpanan.

Jenis : *Shell and Tube 1-2 Horizontal Cooler.*

Luas transfer panas : 342.347 ft^2 = 31.838 m^2

Beban panas : 1147999.293 Btu/jam.

Fluida panas

- Suhu masuk : 120 ^oC
- Suhu keluar : 30^oC

Fluida dingin

- Suhu masuk : 28 ^oC
- Suhu keluar : 48 ^oC

Rd perancangan : 0,00248 $hr.ft^2.F/Btu$

Rd *min* : 0,0030 $hr.ft^2.F/Btu$

U_C : 124.206 $BTU/hr.Ft^2.F$

U_D : 95.263 $BTU/hr.Ft^2.F$

Bahan konstruksi

- *Tube* : *Stainless Steel.*
- *Shell* : *Stainless Steel.*

Spesifikasi *Tube*

- *Fluida* : Air.
- Panjang : 18 ft = 5.486 m.
- OD : 0.75 in = 0,0191 m.
- ID *tube* : 0.652 in = 0,0166 m.
- BWG : 18.
- Susunan : *Triangular pitch*, PT = 1 in = 0,0254 m.
- Jumlah *tube* : 109 buah.
- *Passes* : 1.
- *Pressure drop* : 0.2766 psi.

Spesifikasi *Shell*

- Fluida : cair(keluaran ST-01)
- ID *shell* : 13.25 in = 0,33 m.
- *Baffle space* : 6.625 in = 0,165 m.
- *Passes* : 1
- *Pressure drop* : 0,044 psi.

Harga= $ 10922

26. Cooler

Kode : HE – 07

Fungsi : Menurunkan suhu gas buang (tail gas)

Suhu akan diturunkan menjadi 90°C.

Jenis : *Shell and Tube 1-2 Horizontal Cooler.*

Luas transfer panas : 438.2263 ft^2 = 40.755 m^2

Beban panas : 1103376.7343 Btu/jam.

Fluida panas

- Suhu masuk : 128.85^oC
- Suhu keluar : 90^oC

Fluida dingin

- Suhu masuk : 28^oC
- Suhu keluar : 48 ^oC

Rd perancangan : 0,005 hr.ft^2.F/Btu

Rd *min* : 0,0030 hr.ft^2.F/Btu

U_C : 21.8308 BTU/hr.Ft^2.F

U_D : 19.6991 BTU/hr.Ft^2.F

Bahan konstruksi

- *Tube* : *Carbon Steel.*
- *Shell* : *Carbon Steel.*

Spesifikasi *Tube*

- *Fluida* : Air.
- Panjang : 16 ft = 4.4868 m.
- OD : 0.75 in = 0,0191 m.
- ID *tube* : 0.652 in = 0,0166 m.
- BWG : 18.
- Susunan : *Triangular pitch*, PT = 1 in = 0,0254 m.
- Jumlah *tube* : 209 buah.

- *Passes* : 1
- *Pressure drop* : 0.0106 psi.

Spesifikasi *Shell*

- Fluida : gas(gas buang AB-01)
- ID *shell* : 17.25 in = 5.2578 m.
- *Baffle space* : 17 in = 5.1816 m.
- *Passes* : 1
- *Pressure drop* : 0,1224 psi.

Harga= $ 8708

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Pra Rancangan

Pemilihan kapasitas pra rancangan didasarkan pada kebutuhan Asam Nitrat di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan Asam Nirat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan Asam Nirat akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri - industri yang menggunakan Asam Nirat sebagai bahan baku dan bahan tambahan. Dan juga dengan melihat kapasitas pabrik – pabrik Asam Nirat yang telah berdiri. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 40.000 ton/ tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam "Statistik Perdagangan Indonesia" tentang kebutuhan Asam Nirat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju impor Asam Nirat dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan Asam Nirat adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Diharapkan kebutuhan bahan baku amoniak dapat diperoleh dari PT.Pupuk Kaltim, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 1.850.000 ton/tahun, sedangkan udara diambil dari udara bebas.

3. Kebutuhan Asam nitrat di Luar negeri

Kebutuhan asam nitrat di luar negeri juga mengikuti penimhkatan, hal itu dapat kita lihat pada data kebutuhan asam nitrat di luar negeri untuk negara Malaysia, Singapura dan Thailand berikut ini:

Tabel 3.1 Kebutuhan Asam nitrat Malaysia, Singapura dan Thailand

NO.	Tahun	Kebutuhan(ton/tahun)
1	1985	4683
2	1986	4869
3	1987	5063
4	1988	5266
5	1989	5477
6	1990	5698

(Sumber: Ahmad Subagyo, 2008)

Berdasarkan data yang didapat pada Kick Othmer, 1990 untuk produksi Asam nitrat di berbagai negara seperti Jepang, Amerika(U.S), dan Eropa. Dari tahun ketahun kebutuhan akan asam nitrat semakin meningkat berkisar sekitar 0,4%-0,6% per tahun. Konsumsi asam nitrat di Jepang (1991) sebanyak 604809.6 ton/tahun, Amerika (1992) sebanyak 7295000 ton/tahun dan Eropa (1991) sebanyak 18648296 ton/tahun.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.

b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :

1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
3) Mencari daerah pemasaran.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umunya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

a. Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (tenaga kerja)

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

c. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Penentuan Lokasi Pabrik

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik harus memperhitungkan biaya produksi dan biaya distribusi yang minimum,serta faktor lain seperti daerah untuk perluasan pabrik, keadaan masyarakat sekitar pabrik dan lain-lain. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik, yaitu :

1. Ketersediaan bahan baku.
2. Utilitas.
3. Tenaga kerja.
4. Pemasaran.
5. Ilkim dan letak geografi.
6. Transportasi.
7. Unit pengolahan limbah.

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka rencana pendirian pabrik asam nitrat ini berlokasi di Bontang propinsi kalimantan timur.

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku asam nitrat yaitu amonia dapat diperoleh dari pabrik PT. Pupuk Kaltim di Bontang, Kalimantan Timur, sedangkan oksigen dapat diperoleh dari udara atmosfer. Amoniak tersebut dapat ditransportasikan melalui jalan darat ataupun laut ke lokasi pabrik.

2. Utilitas

Kebutuhan air untuk dipakai pada pembuatan asam nitrat dan untuk menunjang kelancaran proses, seperti steam, pendingin, dan keperluan lainnya dapat dipenuhi dari aliran sungai. Kebutuhan energi listrik dapat diperoleh dari pemanfaatan panas proses untuk dijadikan steam untuk pembangkit listrik. Kebutuhan akan bahan bakar dan bahan pelumas cukup mudah untuk mendapatkannya.

3. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

4. Pemasaran

Lokasi yang dipilih harus erat dengan daerah pemasaran, karena lokasi pemasaran mempengaruhi harga distribusi produk, waktu yang dibutuhkan dan pengapalan. Dengan adanya transportasi yang lancar terutama melalui perairan, maka produk asam nitrat ini akan mudah untuk dipasarkan, baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun untuk ekspor.

5. Iklim dan Letak Geografis

Lokasi yang dipilih merupakan daerah yang cukup stabil dan tidak menyulitkan konstruksi sehingga memungkinkan operasi pabrik berjalan lancar. Daerah Bontang, Kalimantan Timur merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan pesisir pantai yang memiliki daerah alam yang sangat menunjang. Daerah Bontang dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri.

6. Transportasi

Sarana transportasi untuk pengangkutan bahan baku, pemasaran produk dan keperluan lainnya dapat ditempuh terutama melalui jalan laut, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk melalui jalan darat.

7. Unit Pengolahan Limbah Industri

Limbah industri berupa cairan dan gas. Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan, maka pengolahan limbah industri ini sebelum dibuang kelingkungan akan diproses ulang untuk dinetralisasi (cair) dan diabsorpsi (gas) supaya tidak mengganggu keseimbangan lingkungan serta tidak menjadi polusi yang dapat merugikan manusia.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut :

1. Perluasan Areal Unit.

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan pengembangan produksi Kalimantan Timur untuk kawasan Bontang, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

a. Segi keamanan kerja terpenuhi.

b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.

c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.

d. Transportasi yang baik dan efisien.

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu fasilitas-fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2 Tata Letak Pabrik

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

1. Daerah administrasi/perkantoran dan laboratorium

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

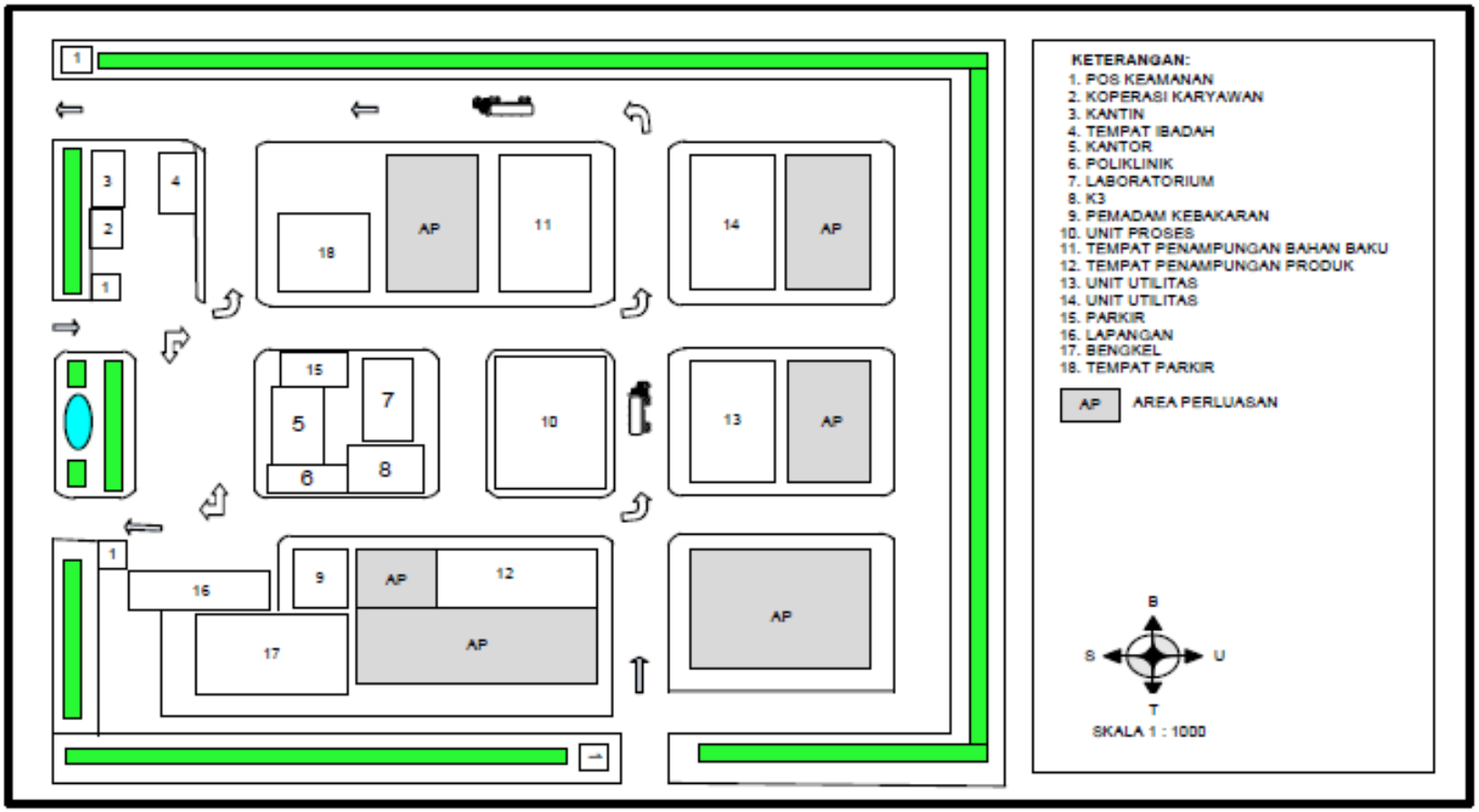
2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

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

3. Daerah pergudangan, umum, bengkel, dan garasi

4. Daerah Utilitas dan Power Station

   Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan.



Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik

4.3 Tata letak alat proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

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 produksi.

2. Aliran udara

   Aliaran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

3. Pencahayaan

   Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan

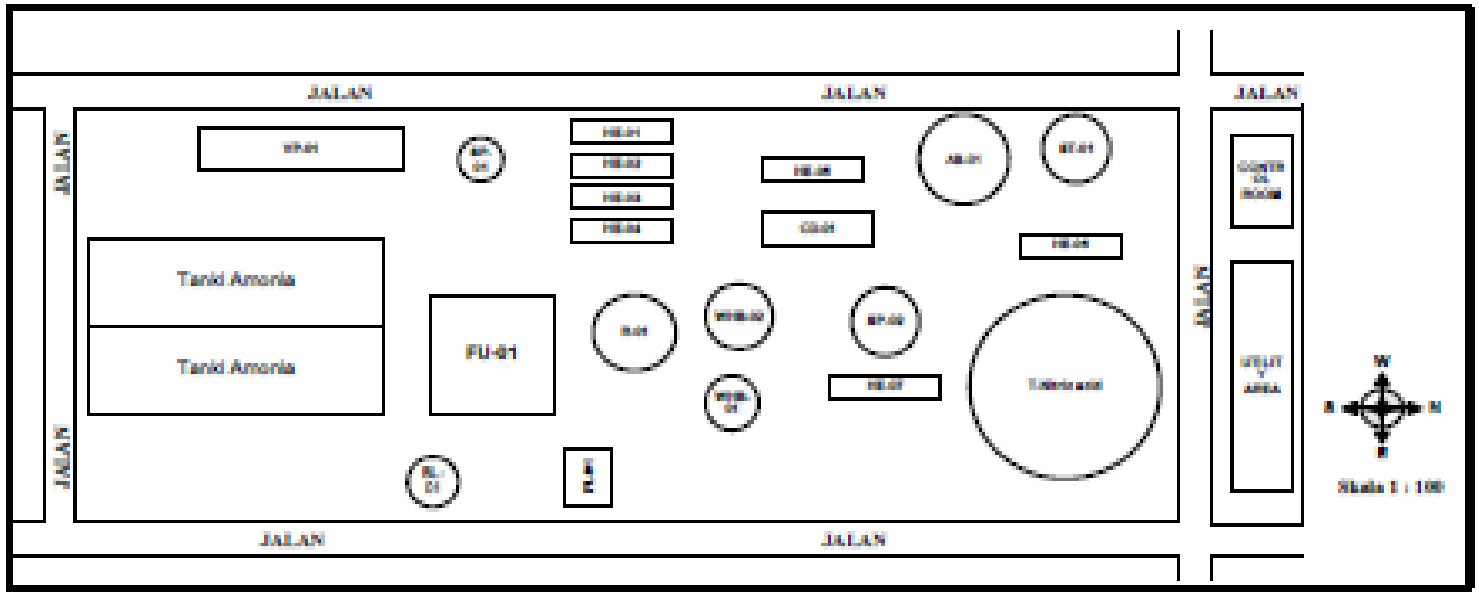
   Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. 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.



Keterangan :

T - 01	:	Tangki Penyimpan Bahan Baku Amoniak	CD - 01	:	Kondenser
FL - 01	:	Filter Udara	HE - 01	:	Heat Exchanger
CP - 01	:	Kompresor	HE - 02	:	Heat Exchanger
FU-01	:	Furnace	HE - 03	:	Heat Exchanger
BL-01	:	Blower	HE - 04	:	Heat Exchanger
R - 01	:	Reaktor	HE - 05	:	Heat Exchanger
VP-01	:	Vaporizer	HE - 06	:	Heat Exchanger
WHB-01	:	Waste heat boiler	HE - 07	:	Heat Exchanger
WHB-02	:	Waste heat boiler	AB-01	:	Absorber
SP - 02	:	Separator	ST-01	:	Stripper
SP - 01	:	Separator	T-02	:	Tangki penyimpan produk

Gambar 4.2 Tata Letak Peralatan Proses

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Tangki Bahan Baku (Amoniak)

Tabel 4.1 Neraca Massa di sekitar tangki Amoniak

Komponen	Keluar (kg/jam)
NH_3	1727.6185
H_2O	8.6815
TOTAL	1736.3

4.4.1.2 Reaktor (R)

Tabel 4.2 Neraca Massa di sekitar Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
O_2	6203.8850	2220.2415
N_2	20179.8377	20179.8377
H_2O	8.6815	2697.7935
NO	0	2987.8250
NH_3	1727.6185	34.3501
TOTAL	28120.0227	28120.0904

4.4.1.3 Separator (SP)

Tabel 4.3 Neraca Massa di sekitar Separator

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Gas	Cair
O_2	2220.2415	2214.1934	6.1222
N_2	20179.8377	20125.2311	54.4643
H_2O	2697.7935	0	2697.7935
NO	2987.8250	2986.7259	1.0991
NH_3	34.3501	31.1267	3.4084
TOTAL	28120.0904	25357.2030	2762.8874
		28120.0904	

4.4.1.4 Absorber (AB)

Tabel 4.4 Neraca Massa di sekitar Absorber

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Cair	Gas	Cair	Gas
H_2O	2229.2634	0	1761.8375	0
O_2	0	2214.1193	0	779.9737
N_2	0	20125.2311	0	20125.2311
NO	0	2986.7259	0	1077.8256
NO_2	0	0	420.4867	119.1137
NH_3	0	31.1267	0	31.1267
HNO_3	0	0	3271.9810	0
TOTAL	2229.2634	25357.2030	5454.3052	22133.2707
	27586.4664		27586.4664	

4.4.1.5 Stripper (ST)

Tabel 4.5 Neraca Massa di sekitar Stripper

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Cair	Gas	Cair	Gas
HNO_3	3271.9809	0	3271.9809	0
H_2O	1761.8375	0	1761.8375	0
NO_2	420.4867	0	16.8195	403.6672
O_2	0	1550.9725	0	1550.9725
N_2	0	5044.9603	0	5044.9603
TOTAL	5454.6524	6595.9328	5050.6379	6999.6000
	12050.2380		12050.2380	

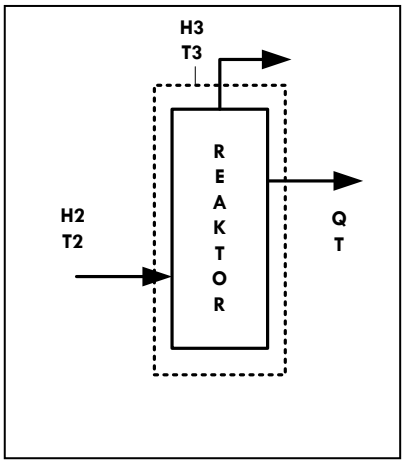
4.4.1.6 Tangki Produk (Asam Nitrat)

Tabel 4.6 Neraca Massa di sekitar tangki Asam Nitrat

Komponen	Masuk (kg/jam)
HNO_3	3271.9809
H_2O	1761.8375
NO_2	16.8195
TOTAL	5050.6379

4.4.2 Neraca Panas

4.4.2.1 Reaktor (R)



Tabel 4.7 Tetapan Kapasitas Panas fasa Gas (J/mol.K)

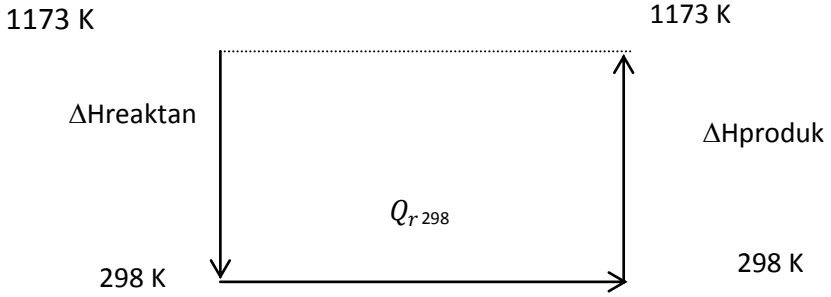
KOMPONEN	A	B	C	D	E
NH_3	33.573	-1.2581E-02	8.891E-05	-7.178E-08	1.86E-11
H_2O	33.933	-8.4186E-03	2.991E -05	-1.783E-08	-3.7E-12
O_2	29.526	-8.8999E-02	3.808E -05	-3.263E-08	8.86E-12
N_2	29.342	-3.5395E-03	1.008E-05	-4.312E-09	2.59E-13
NO	33.227	-2.3626E-02	5.316E-05	-3.786E-08	9.12E-12

Tabel 4.8 Tetapan Kapasitas Panas fasa Gas (J/mol.K)

KOMPONEN	A	B	C	D
NH3	-182.157	3.361	-0.014398	0.000020371
H2O	92.053	-0.039953	-0.00021103	5.3469E-07
O2	46.432	0.39506	-0.0070522	0.000039897
N2	76.452	-0.35226	-0.0026690	0.000050057
NO	9860.145	-213.1	1.5107	-0.0034573
NO2	-916.569	9.055	-0.025996	0.000025257
HNO3	214.478	-0.7672	0.001497	-0.0000003

"Yaws" Chemical Properties handbook (hal 52 – 53).

Profil neraca panas di reaktor-01



Neraca panas total

Q total = Q reaktan + Q reaksi + Q produk.

Tabel 4.9 Neraca panas di Reaktor

T : 900^0C 1173 K.

KOMPONEN	**Masuk (kJ / Jam)**	**Keluar (kJ / Jam**
NH_3	-5374743.043	107441.339
H_2O	-12063.012	3861539.571
O_2	-6039007.295	2161190.33
N_2	-20549395.554	20549395.554
NO	-	3034077.079

Panas reaksi	-22508266.6	-
Panas yang diambil	-	-84197119.3780
Total	-54483475.504	-54483475.504

Q reaksi : ΔH_{r298} x Mol

: -226 $\frac{KJ}{mol}$. x $\frac{1000\ mol}{1\ Kmol}$ x 99.5941 Kmol.

: -22508266.6 $\frac{KJ}{Jam}$.

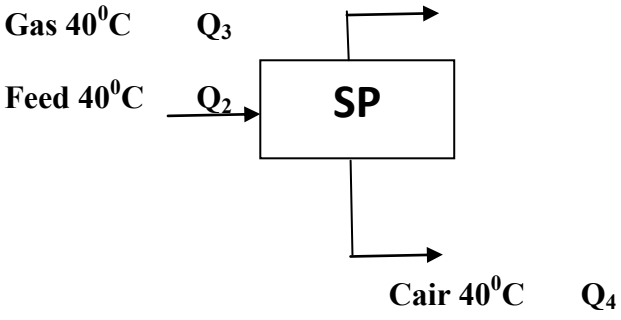
Menghitung panas yang diambil

Q_{Total} : Q_{Input} + Q_{Reaksi} - Q_{Output}

: (-31975208.904 + (-22508266.6) – 29713643.873) $\frac{KJ}{Jam}$.

: -84197119.3780 (Reaksi Eksotermis).

4.4.2.2 Separator (SP - 01)



Tabel 4.10 Neraca panas Separator

Komponen	Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
	Gas	Cair	Gas	Cair
NH_3	997.580	252.444	997.580	252.444
H_2O	0	169217.312	-	169217.312
O_2	30686.302	84.819	30686.302	84.819
N_2	313646.866	848.813	313646.866	848.813
NO	44750.627	16.468	44750.627	16.468
Total	390081.375	170419.856	390081.375	170419.856
	560501.231		560501.231	

4.4.2.3 Absorber (AB - 01)

Tabel 4.11 Neraca panas Absorber

T : 120°C ⟶ 393 K.

Komponen	Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
	Gas	Cair	Gas	Cair
NH_3	-8999.406	0	8999.406	0
H_2O	0	-11205389.944	0	952647.052
O_2	-262836.596	0	92590.147	0
N_2	-265116.129	0	2635116.129	0
NO	-375468.372	0	135496.004	0
NO_2	0	0	13467.872	19883.593
HNO_3	0	0	0	8763070.593

Panas reaksi	-8690899.475	0
Panas yang diambil	0	-18091960.404
Total	-4487810.448	4913250.481
	-1318709.923	-1318709.923

Menghitung panas yang diambil di absorber.

Q_t : $Q_{in} + Q_{Reaksi} + Q_{out}$

: {-4487810.448 + (-8690899.475) – 4913250.481} KJ.

: -18091960.404 KJ.

4.4.2.4 Stripper (ST - 01)

Tabel 4.12 Neraca panas

T : 120°C ⟶ 393 K.

Komponen	Masuk		Keluar	
	Gas	Cair	Gas	Cair
NH_3	0	0	0	0
H_2O	0	952647.052	0	952647.052
O_2	184114.891	0	184114.891	0
N_2	660566.639	0	660566.639	0
NO	0	0	0	0
NO_2	0	198683.898	45641.587	7947.371
HNO_3	0	876070.250	0	876070.250
Total	844681.529	2027401.200	89323.116	1836664.674

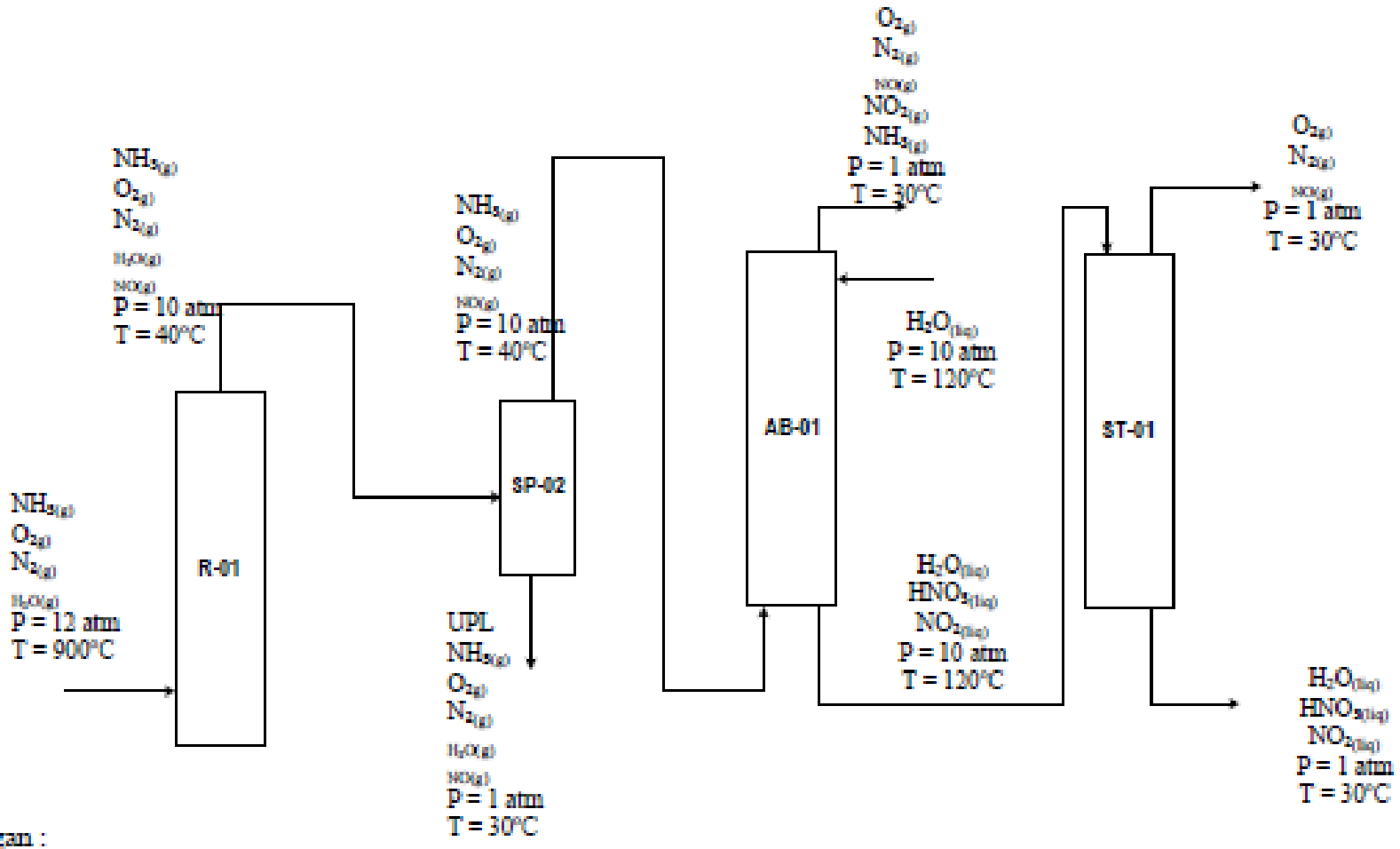
	2872082.729	2726987.789
Panas yang diserap	-145094.940	0
Total	2726987.789	2726987.789

Menghitung panas yang diperlukan pada stripper.

$\boldsymbol{Q_s}$ **:** $\boldsymbol{Q_{out} - Q_{in}}$

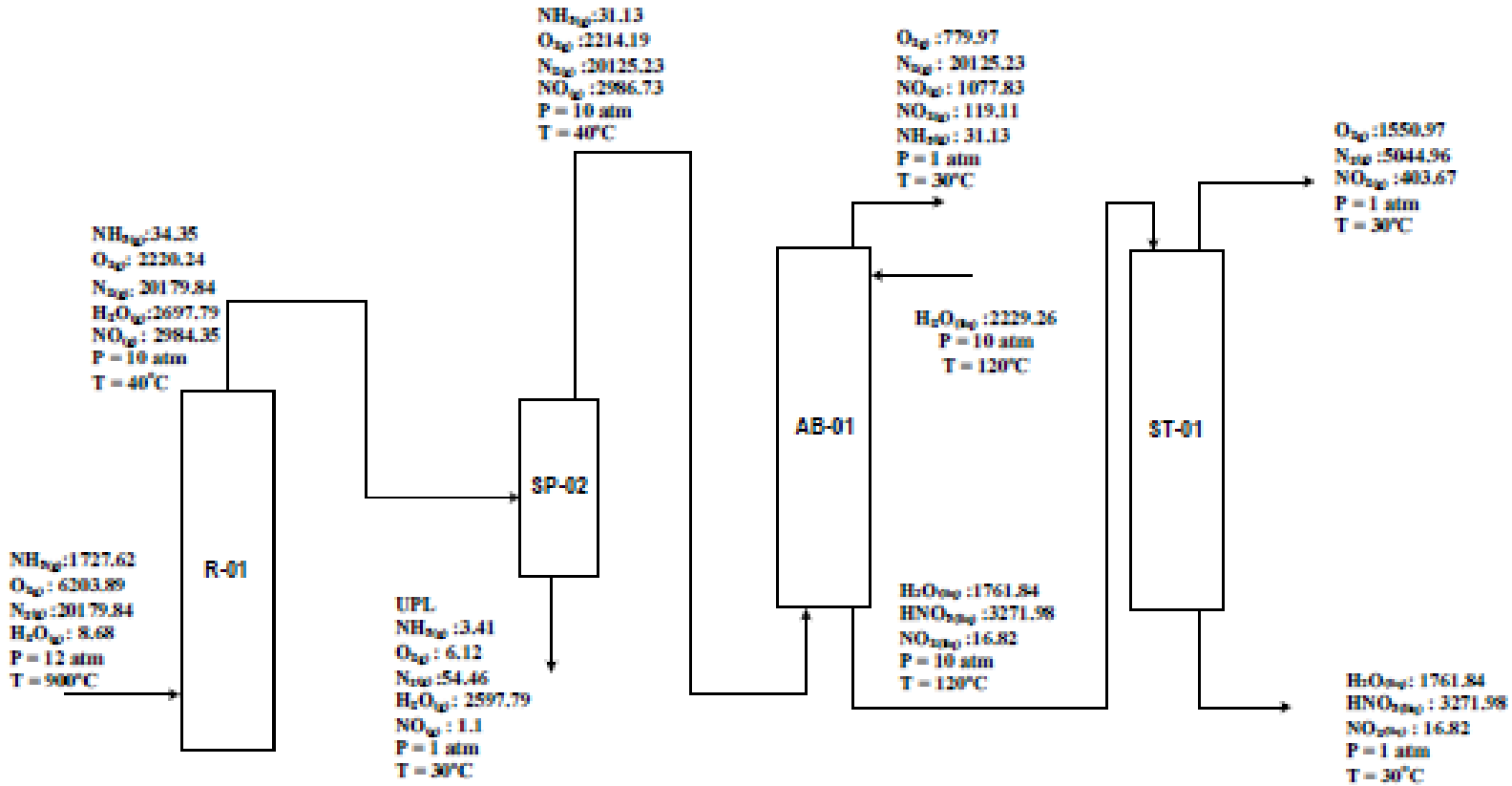
: (2726987.789 - 2872082.729) KJ.

: -145094.940 KJ



Keterangan :
R-01 : Reaktor
ST-01 : Stripper
AB-01 : Absorber
SP-02 : Separator

Gambar 4.3. Diagram Alir Kualitatif



Keterangan :
R-01 : Reaktor
ST-01 : Stripper
AB-01 : Absorber
SP-02 : Separator

Gambar 4.4. Diagram Alir Kuantitatif (kg/jam)

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit pendukung proses atau unit utilitas merupakan bagian penting sebagai penunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik Asam Nitrat antara lain :

1. Unit pengadaan dan pengolahan air

Unit ini berfungsi untuk menyediakan air proses, air sanitasi, air untuk umpan boiler dan air pendingin.

2. Unit pengadaan steam

Unit ini berfungsi untuk proses pemanasan pada vaporizer dan stripper serta untuk keperluan pembangkit listrik yang dipakai untuk turbin.

3. Unit pengadaan listrik

Unit ini berfungsi untuk menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak pada peralatan proses maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari pembangkit listrik pabrik dan generator sebagai cadangan bila pembangkit listrik utama mengalami gangguan.

4. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini berfungsi menyediakan bahan bakar yang digunakan untuk alat Furnace sebagai pemanas umpan Reaktor.

5. Unit pengolahan limbah

Unit ini berfungsi untuk mengolah limbah buangan sanitasi , air sisa refrigrasi, limbah buangan pabrik yang dihasilkan dari seluruh area pabrik.

6. Unit penyediaan udara tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi diseluruh area proses dan utilitas.

4.5.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan 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 Asam Nitrat, sumber air yang digunakan berasal dari aliran sungai, dengan pertimbangan :

1. 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.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Jumlah air sungai lebih banyak bila dibanding dengan air sumur.
4. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Di dalam penyiapan air untuk keperluan industri diperlukan teknik pengolahan air baku menjadi air yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi persyaratan bagi keperluan industri. Kebutuhan air pada pabrik Asam Nitrat meliputi: :

a) Kebutuhan Air Proses dan Air Pendingin

Sumber air diambil dari aliran sungai yang telah diolah sehingga memenuhi syarat sebagai air pendingin dan air proses.

Media pendingin dalam suatu proses pada umumnya digunakan air, kecuali Reaktor dengan pertimbangan- pertimbangan sebagai berikut:

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.
- Tidak terdekomposisi.

Air pendingin digunakan pada Absorber dan Cooler, sedangkan air proses digunakan juga pada Absorber.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada air proses dan air pendingin

- Kesadahan *(hardness)*, yang dapat menimbulkan kerak.
- Besi, yang dapat menyebabkan korosi.

- Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya *film corrotion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient*, dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.

b) Kebutuhan Air Umpan Boiler(WHB)

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

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

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

- Zat-zat yang menyebabkan kerak

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

- Zat-zat yang menyebabkan foaming

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada bolier karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

c) Kebutuhan air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor dan perumahan.

Syarat air sanitasi meliputi :

1. Syarat fisik :
   - Suhu normal (mendekati suhu lingkungan).
   - Warna jernih.
   - Tidak mempunyai rasa.
   - Tidak berbau
2. Syarat kimia :
   - Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
   - Tidak beracun
3. Syarat Bakteriologis
   - Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen

Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air pendingin:

Tabel 4.13 Kebutuhan Air untuk Pendingin

No	Kode	Nama alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	HE-05	Waste gas cooler	45,107.3746
2	HE-06	Cooler Product	14,465.4258
3	HE-07	Tail gas cooler	13,014.4144
4	AB-01	Absorber-01	90,388.8196
5	CD-04	Kondensor-02(steam)	159,436.2106

Total air untuk pendingin = 322,412.245 kg/jam

Diperkirakan air yang hilang 4 % (Rase, 1957) sehingga kebutuhan make up air pendingin adalah = 4% x 322,412.245 = 12,896.4898 kg/jam

2. Kebutuhan air untuk proses

Tabel 4.14 Kebutuhan Air untuk Proses

No	Kode	Nama alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	AB-01	Absorber	2229.2634

Total air untuk proses = 2229.2634 kg/jam

3. Kebutuhan air untuk steam

Tabel 4.15 Kebutuhan Air untuk Steam

No	Kode	Nama alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	AV-01	Amonia Vaporizer	199.3199
2	ST-01	Stripper	51.0258
3	Turbin-01	Turbin (listrik)	10,393.7892

Total air untuk steam = 10,644.1349 kg/jam

Diperkirakan air yang hilang 20 %, sehingga kebutuhan make up air untuk steam adalah = 1,2 x 10,644.1349 = 2,365.3633 kg/jam

Kebutuhan air blowdown sebesar = 2365.3633 kg/jam

4. Kebutuhan air untuk sanitasi

Kebutuhan air untuk sanitasi sebesar 6,041.6667 kg / hari

5. Kebutuhan air untuk pemadam kebakaran

Kebutuhan air untuk pemadam kebakaran sebesar 708,7500 kg /jam

Total air bersih yang disuplai dari tangki air :

Tabel 4.16 Total Kebutuhan Air Bersih Secara Kontinu

No	Kegunaan	Kebutuhan (liter/jam)
1	Air Pendingin	12,932.0064
2	Air Proses	2.229,2634
3	Air Steam	2.365,3633
4	Blowdown	2.365,3633
5	Air Sanitasi	6.041,6667
No	**Kegunaan**	**Kebutuhan (liter/jam)**
6	Air hidran	708,7500
Total		**26,642.4131**

Pengolahan Air

Tahapan - tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1. Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

a. $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$, yang berfungsi sebagai flokulan.

b. Na_2CO_3, yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

Air dari *clarifier* diasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/ menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water*

sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a. Cation Exchanger

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

Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+.

Reaksi:

$$CaCO_3 \longrightarrow Ca^{2+} + CO_3^-$$

$$MgCl_2 + R - SO_3 \longrightarrow MgRSO_3 + Cl^- + H^+$$

$$Na_2SO_4 \text{ (resin)} \longrightarrow Na^{2+} + SO_4^{2-}$$

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

Reaksi:

$$Mg + RSO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow R_2SO_3H + MgSO_4$$

b. Anion Exchanger

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

Reaksi:

$$CO_3^- \longrightarrow CO_3$$

$$Cl^- + RNOH \longrightarrow RN\,Cl^- + OH^-$$

Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:

$$RN\,Cl^- + NaOH \longrightarrow RNOH + NaCl$$

4. Deaerasi

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

Reaksi:

$$2N_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2N_2$$

Air yang keluar dari deaerator ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

4.5.2 Unit Pengadaan Steam

Kebutuhan steam di pabrik Asam nitrat untuk mencakup kebutuhan pemanas pada *vaporizer* dan *heater*. Untuk memproduksi steam digunakan boiler(WHB-01). Sebagai air untuk keperluan umpan boiler digunakan air demineralisasi. Kebutuhan steam dapat dilihat sebagai berikut :

Untuk pabrik asam nitrat dibutuhkan dua buah jenis steam, yaitu saturated steam untuk pemanas dan superheated steam untuk menggerakan turbin sehingga menghasilkan listrik.

Boiler, refer pada WHB-01 di alat proses

Tipe : water tube boiler

Fungsi : membuat *saturated steam*

P = 10 atm T = 180ºC

Total kebutuhan saturated steam 250.3457 kg/jam

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 pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler(WHB)*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *Heater(HE-04)*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas keluaran Reaktor(R-01). Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga

180°C , 10 atm, kemudian diumpankan ke *boiler*. Sebelumnya ditampung pada tengki panampungan kondensat yang terdapat pada masing-masing boiler.

Di dalam *boile*r, panas gas keluaran Reaktor bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Uap air yang terbentuk terkumpul kemudian dialirkan ke steam *header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.5.3 Unit Pengadaan listrik

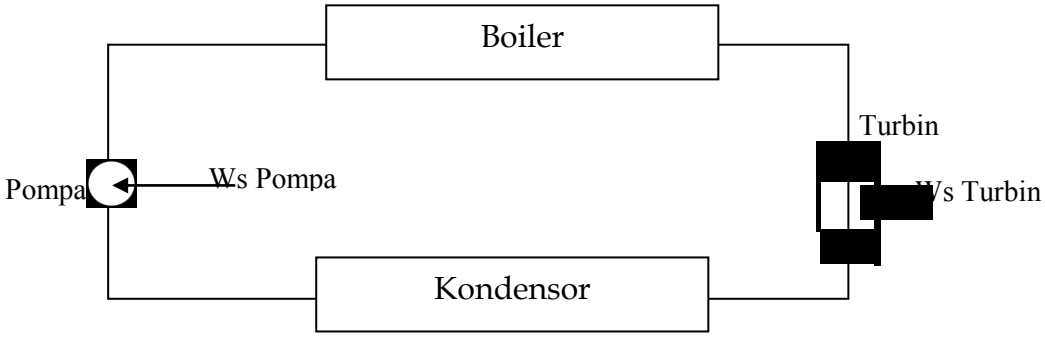
Fungsi dari unit ini adalah menyediakan tenaga listrik untuk kebutuhan pabrik. Kebutuhan tersebut disuplai dari beberapa sumber tegangan

Kebutuhan tenaga listrik suatu industri dapat diperoleh dari :

1. Pembangkit tenaga listrik sendiri(Turbin generator)
2. Suplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), sebagai listrik cadangan dengan kapasitas power 1600 kwatt.
3. DC *Charger*

   Berfungsi mengubah power AC ke DC, DC *Charger* menyediakan *backup* baterai selama 30 menit.

Proses yang digunakan dalam pembangkit listrik ini digunakan siklus Rankine, yaitu dengan menggunakan rangkaian alat seperti Boiler, Turbin, Kondensor dan Pompa. Seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.5. Siklus Rankine pada pembangkit listrik

Siklus rankine sendiri merupakan, sebuah siklus yang mengkonversi energi panas menjadi kerja / energi gerak. Pada proses ini terjadi pemanasan air menjadi uap lewat jenuh(uap kering) yang akan digunakan untuk menggerakan turbin sehingga menghasilkan lisrik sebesar 3000 Hp.

Uap keluaran turbin dikondensasikan pada kondensor (CD-02) sehingga terjadi perubahan fase menjadi cair yang kemudian dipompakan untuk diumpankan kembali pada boiler (WHB-02).

Pada pembangkit listrik di pabrik asam nitrat ini disuplai dari 2 pembangkit, yaitu pada rangkaian seperti diatas dan pada pembangkit yang dihasilkan dari gas buang (tail gas) yang dilewatkan pada TB-02(Turbin tail gas) sehingga menghasilkan energi listrik sebesar 1996.4827 Hp.

Total kebutuhan Listrik proses, utilitas, intrumentasi dll sebesar 1576,156 kwatt atau setara dengan 2112,809 Hp. Kelebihan suplai listrik sebesar 2151.220

kwatt, 1500 kwatt diantaranya dijual kepada pabrik dikawasan sebagai pemasukan tambahan.

Suplai listrik PLN juga dipakai untuk membackup apabila pembangkit listrik utama mengalami gangguan.

1. **Boiler, refer pada WHB-02 di alat proses**

   Tipe : water tube boiler

   Fungsi : Membuat *superheated steam*

   P = 10 atm

   T = 200ºC

2. **Turbin generator (TB-01)**

   Fungsi : Membangkitkan tenaga dengan cara mengekspansikan steam bertekanan 10 atm, 200 ^{o}C.

   Tipe : Turbin

   Kapasitas : 3000 Hp

   Aliran fluida : Gas (*superheated steam*)

   Kondisi operasi : P_{in} = 10 atm T_{in} = 200 ^{o}C

   P_{out} = 4 atm T_{out} = 165.36 ^{o}C

3. Kondenser (CD-02)

Tugas : Mengembunkan steam keluaran Turbin

Jenis Alat : *Shell* and *Tube Condenser*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : P = 4 atm

Aliran fluida *shell* : Steam (keluaran Turbin)

Aliran fluida *tube* : Air

Luas Transfer Panas : 885.9312 ft^2

Beban panas : 20.449.038,84 Btu/jam

Dimensi

Shell : *ID* = 21,25 in

Tube : *ID* = 0,87 in, *OD* = 1 in, L = 18 ft

Nt = 188, 16 BWG, *Triangular Pitch* 1,25 in, 2 pass

Bahan : *Carbon steel*

Pendingin : Air

4. Pompa pembangkit listrik

Tugas : Menaikkan tekanan steam kondennsat dari 4 atm ke 10 atm dan mengalirkannya ke Boiler (WHB-02) sebanyak 10.393,92 kg/det.

Jenis Alat : *Centrifugal Pump*

Dimensi

Kapasitas : 10,44 m^3/jam

Head : 69,14 m

Impeller : *Radial flow*

Daya motor : 5 hp

N : 2900 rpm

Ns : 440,21 rpm

Bahan : *Carbon steel*

Jumlah : 1 buah

4.5.4 Unit Pengadaan Bahan bakar

Unit ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada furnace. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar cair (IDO) yaitu bahan bakar minyak *Furnace* yang diperoleh dari Pertamina atau distributornya.

Pemilihan didasarkan pada pertimbangan bahan bakar cair :

- Jenis bahan bakar : Minyak furnace
- Heating Value : 18887.388 Btu/ lb
- Efisiensi bahan bakar : 80%
- Densitas(ρ) : 900 kg/m^3

Kebutuhan bahan bakar : 1602.13 lb/jam

: 19.3792 m^3/hari

4.5.5 Unit Pengolahan Limbah

A. Unit Pengolahan Limbah Cair

Limbah cair pabrik asam nitrat berasal dari :

- Air buangan sanitasi.
- Air yang mengandung minyak dari pompa.
- Air dari laboratorium dan limbah cair dari proses.

1. Unit Pengolahan Air Buangan Sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari pembuangan air yang telah dipakai untuk keperluan rumah tangga seperti pencucian, air untuk memasak dan sebagainya. Penanganan limbah ini tidak memerlukan hal khusus, karena air buangan ini tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya.

2. Unit Pengolahan Air yang mengandung Minyak dari Pompa

Air yang mengandung minyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat-alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir, kemudian dibuang.

3. Unit Pengolahan Air Buangan Laboratorium dan Limbah Cair Proses

Air buangan laboratorium dan limbah cair proses dilakukan pengolahan dengan perlakuan yang sama karena mempunyai karakteristik yang sama, yaitu mengandung bahan-bahan kimia yang harus dipisahkan dengan proses kimia.

Limbah cair pabrik Asam Nitrat memiliki karakteristik antara lain :

- pH (asam) 5-5,8

- Limbah anorganik dan organic

- COD (Chemical Oxigen Demand)

COD diperkirakan sama dengan TOD (Theoritical Oxigen Demand). TOD dapat diperkirakan dengan ekivalent oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan limbah menjadi CO_2 dan H_2O. TOD diperoleh 1350 ppm. Limbah dari laboratorium diperkirakan COD = 1000 ppm.

- BOD (Biologycal Oxigen Demand)

  BOD diasumsikan 500 ppm.

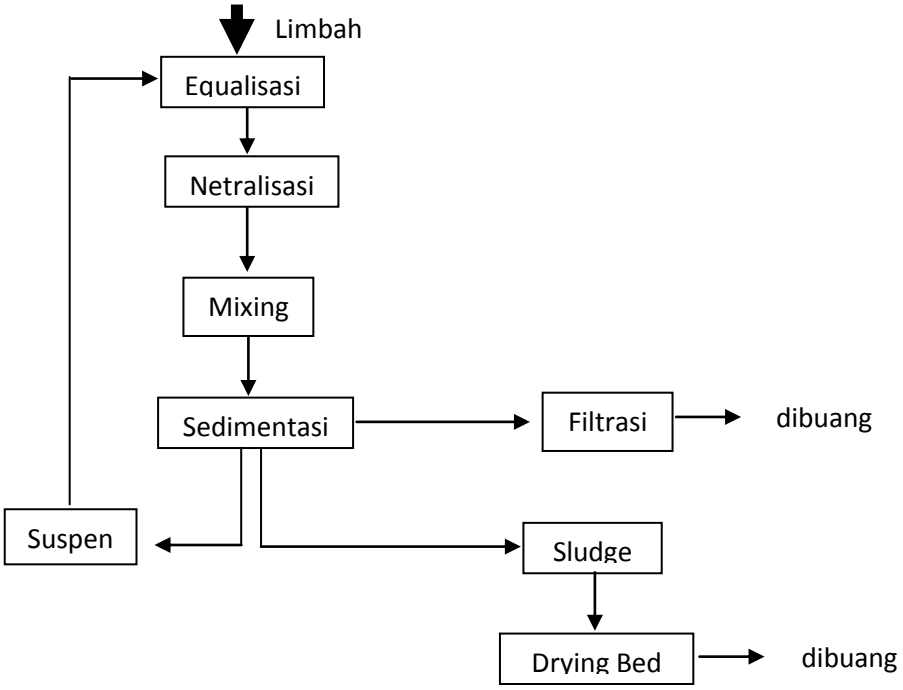
- Logam berat

Nilai COD merupakan ukuran tinggi rendahnya tingkat pencemaran. Maka semakin tinggi nilai COD, semakin tinggi tingkat pencemarannya. Untuk memenuhi ketentuan baku mutu lingkungan yang diizinkan, maka dilakukan pengolahan limbah sebagai berikut :

COD<300 ppm

BOD<150 ppm

Sistem pengolahan air limbah pada pabrik menggunakan proses pengolahan secara kimia dan fisika. Blok diagram sistem pengolahan air limbah dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.6. Blok Diagram Pengolahan Limbah Cair

❖ Equalisasi

Equalisai berfungsi untuk homogenisasi air limbah sebelum diolah lebih lanjut. Air limbah yang sangat beragam sifatnya dicampur lebih dulu dalam sebuah bak yang besar. Homogenisasi yang dimaksud adalah untuk meredam fluktuasi debit air limbah maupun meredam fluktuasi kualitas air buangan itu sendiri.

❖ Netralisasi

pH limbah dari bak equalisasi diperkirakan 5 – 5,8. Di bak netralisasi limbah ditambahkan dengan Sodium Hidroksida. Proses penambahan zat ini dimaksudkan untuk menambah pH agar netral 7 – 7,7.

❖ Mixing

Pada proses ini limbah ditambah dengan koagulan dan flokulan untuk mengendapkan limbah yang bereaksi dengan koagulan sehingga mudah dipisahkan. Di tempat ini sebagai pengaduk bahan kimia, biasanya dipakai alum atau PAC (Poly Aluminium Chlorite). Proses pengadukan harus turbulen sehingga bahan kimia dapat tercampur secara merata. Bahan kimia ini berfungsi sebagai pengikat material tersuspensi da air limbah.

❖ Sedimentasi

Flok – flok yang terbentuk di proses mixing diendapkan di sedimentasi. Bak ini menggunakan system pengendapan gravitasi dengan demikian Lumpur yang terbentuk akan mengumpul di bawah dan cairan bening (air) berada di atas. Air diambil melalui gutter di permukaan atas. Sedangkan lumpurnya diambil dan dimasukkan ke sludge collector.

❖ Filtrasi

Filtrasi berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang tidak ikut mengendap pada proses sedimentasi.

❖ Bak Lumpur (Sludge Collector)

Bak ini berfungsi untuk mengumpulkan lumpur dari bak sedimentasi.

❖ Drying Bed

Drying bed merupakan saringan pasir yang berfungsi untuk menyaring lumpur yang dipompakan dari sludge collector. Lumpur akan tertahan pada permukaan pasir dan airnya akan dikembalikan ke bak aerasi. Lumpur Yang Tertahan Dipermukaan Pasir Mengering Dan Membentuk Padatan Yang Akan Keras. Padatan Ini Siap Untuk Dikeringkan Dan Dibuang ke landfill.

B. Unit Pengolahan Limbah Gas

Limbah gas hasil dari pabrik asam nitrat ini berasal dari gas buangan dari Menara Absorpsi dan Menara Stripping. Gas buangan berupa pulutan dengan senyawa NO dan NO_2 atau disebut juga dengan NO_x. Gas-gas ini dikurangi bahkan dihilangkan sebelum dibuang ke atmosfer dengan prinsip adsorpsi. Yang sebelumnya gas-gas tersebut dipanaskan terlebih dahulu.

4.5.6 Unit Penyediaan Udara Tekan

Pada prarancangan pabrik Asam Nitrat, udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan yang bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung partikel-partikel lainnya. Dihasilkan oleh kompresor dan didistribusikan ke pipa-pipa untuk selanjutnya digunakan pada seluruh sistem instrument yang terdapat pada areal proses.

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik *Nitrit Acid* ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan dari perusahaan atau perseroan terbatas tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas, pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Pabrik *Nitrit Acid* yang akan didirikan mempunyai :

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT).
- Lapangan Usaha : Industri *Nitrit Acid.*
- Lokasi Perusahaan : Bontang, Balikpapan, Kalimantan timur.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain :

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.

2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, artinya kelancaran produksi hanya akan ditangani oleh direksi beserta karyawan sehingga gangguan dari luar dapat dibatasi.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi berserta stafnya, dan karyawan perusahaan.
4. Mudah mendapat kredit bank dengan jaminan perusahaan yang sudah ada.
5. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
6. Efisiensi dari manajemen

   Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

7. Lapangan usaha lebih luas

   Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

8. Merupakan bidang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi
9. Mudah bergerak di pasar modal

(Widjaja, 2003)

4.6.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain :

- Pendelegasian wewenang
- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem kontrol atas kerja yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

(Widjaja, 2003)

Dengan berpedoman terhadap asas - asas tersebut, maka dipilih organisasi kerja berdasarkan Sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini, garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Menurut Djoko (2003), ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi kerja berdasarkan sistem *line dan staff* ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line*, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai *staff*, yaitu orang - orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran - saran kepada unit operasional.

Dewan Komisaris mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan) dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan-Umum. Direktur Produksi membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan bagian umum.

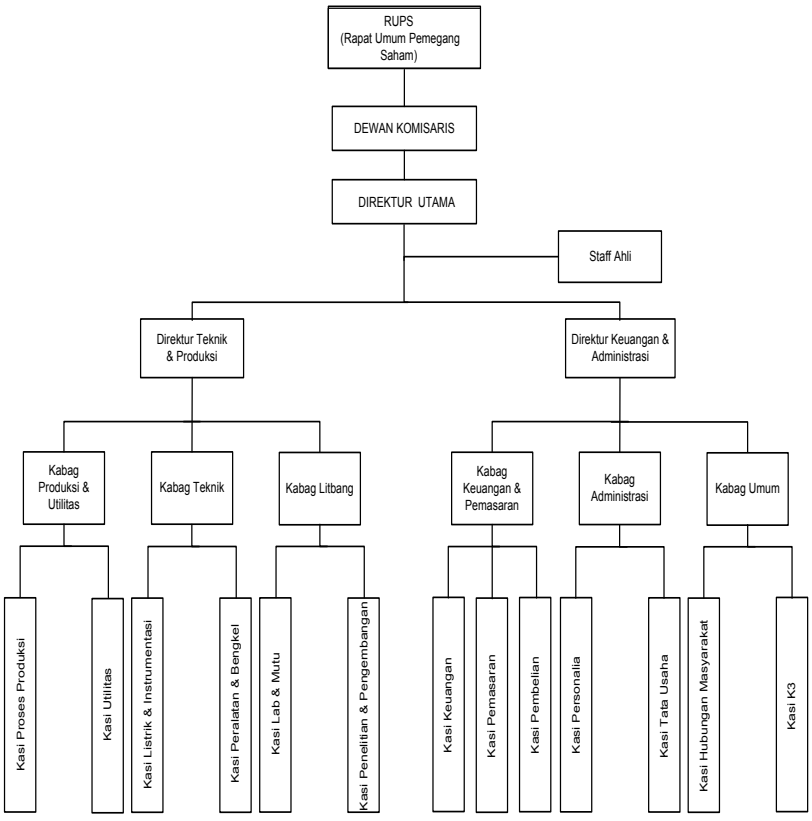
Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing - masing seksi.

(Widjaja, 2003)

Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
b. Penempatan tenaga kerja yang tepat
c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.
d. Penyusunan program pengembangan manajemen
e. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
f. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila tebukti kurang lancar.

Struktur organisasi pabrik *Nitrit Acid* sebagai berikut :



Gambar 4.7 Struktur Organisasi Pabrik *Nitrit Acid*

4.6.3. Tugas dan Wewenang

4.6.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Para pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direksi
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta laba rugi tahunan perusahaan

(Widjaja, 2003)

4.6.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

(Widjaja, 2003)

4.6.3.3. Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi, serta Direktur Keuangan dan Administrasi.

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, dan Direktur Keuangan dan Administrasi.

Tugas-tugas Direktur Teknik dan Produksi meliputi :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.

2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.
3. Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik, produksi pengembangan, pemeliharaan peralatan dan laboratorium.

Tugas-tugas Direktur Keuangan dan Administrasi meliputi :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, administrasi, dan pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.6.3.4. Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga - tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing - masing.

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

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

4.6.3.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur Utama.

Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

   Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

   Tugas seksi proses antara lain :

   a. Mengawasi jalannya proses produksi
   b. Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

   Tugas seksi pengendalian :

   Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

   Tugas seksi laboratorium, antara lain:

   a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu

b. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi

c. Mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan buangan pabrik

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik, antara lain:

a. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas

b. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala Bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan, antara lain :

a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik

b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas, antara lain :

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

Tugas seksi keselamatan kerja antara lain :

a. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja

b. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran

3. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

Tugas seksi administrasi :

Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain :

a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan
b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

(Djoko, 2003)

4. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi, serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian, antara lain :

a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
b. Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

Tugas seksi pemasaran :

a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
b. Mengatur distribusi hasil produksi

5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan.

Membawahi 3 seksi, yaitu seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Seksi personalia bertugas :

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

Seksi humas bertugas :

Mengatur hubungan antar perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Seksi Keamanan bertugas :

a. Mengawasi keluar masuknya orang - orang baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik.
b. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan

c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

6. Kepala Seksi

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

4.6.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik asam nitrat ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown* pabrik. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift*

4.6.4.1 Karyawan *non shift* / harian

Karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor.

Karyawan harian akan bekerja selama 5 hari dalam seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu dan hari besar, dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- Hari Senin – Kamis : Jam 08.00 – 17.00
- Hari Jum'at : Jam 08.00 – 17.00

Jam Istirahat :

- Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : Jam 11.00 – 13.00

4.6.4.2 Karyawan *Shift* / Ploog

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian - bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Karyawan *shift* ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, dan bagian - bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam, dengan pengaturan sebagai berikut :

- *Shift* Pagi : Jam 07.00 – 15.00
- *Shift* Sore : Jam 15.00 – 23.00
- *Shift* Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 kelompok (A / B / C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok masuk, sehingga ada satu kelompok yang libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk. Jadwal pembagian kerja masing-masing kelompok ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4.17 Jadwal Pembagian Kelompok *Shift*

Tgl	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Pagi	D	D	A	A	B	B	C	C	C	D
Sore	C	C	D	D	A	A	B	B	B	C
Malam	B	B	C	C	D	D	A	A	A	B
Off	A	A	B	B	C	C	D	D	D	A
Tgl	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Pagi	D	A	A	B	B	B	C	C	D	D
Sore	C	D	D	A	A	A	B	B	C	C
Malam	B	C	C	D	D	D	A	A	B	B
Off	A	B	B	C	C	C	D	D	A	A
Tgl	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**		
Pagi	A	A	A	B	B	C	C	D		
Sore	D	D	D	A	A	B	B	C		
Malam	C	C	C	D	D	A	A	B		
Off	B	B	B	C	C	D	D	A		

Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan.

(Djoko, 2003)

4.6.5 Status Karyawan dan Sistem Upah

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

4.6.5.1 Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

4.6.5.2 Karyawan Harian

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

4.6.5.3 Karyawan Borongan

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

4.6.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

4.6.6.1 Penggolongan Jabatan

1. Direktur Utama : Sarjana Ekonomi / Teknik / Hukum
2. Direktur Teknik dan Produksi : Sarjana Teknik Kimia
3. Direktur Keuangan Dan Administrasi : Sarjana Ekonomi/Akuntansi
4. Kepala Bagian Produksi dan Utilitas : Sarjana Teknik Kimia
5. Kepala Bagian Teknik : Sarjana Teknik Kimia/ Mesin/Elektro
6. Kepala Bagian Litbang : Sarjana Teknik Kimia/ Mesin/Elektro
7. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran : Sarjana Ekonomi
8. Kepala Bagian Administrasi : Sarjana Ekonomi/Hukum
9. Kepala Seksi : Sarjana
10. Kepala *Shift* : Sarjana atau D3
11. Pegawai *Staff* 1 : Sarjana atau D3
12. Pegawai *Staff* 2 : Sarjana atau D3
13. Operator : D3 atau STM
14. Sopir, Keamanan, Pesuruh : SLTA / Sederajat

4.6.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah Karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif.

Tabel 4.18 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur	2
3	Staff Ahli	3
4	Kepala Bagian	6
5	Kepala Seksi	13
6	Kepala *Shift*	24
7	Pegawai *Staff* 1	14
8	Pegawai Staff 2	16
9	Operator	54
10	*Security*	20
11	Sopir	5
12	*Cleaning Service*	10
	TOTAL	**168**

Tabel 4.19 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	**Jabatan**	**Gaji/bulan (Rp.)**	**Kualifikasi**
I	Direktur Utama	50.000.000,00	S-1/S-2/S-3
II	Direktur	30.000.000,00	S-1/S-2
III	Kepala Bagian	15.000.000,00	S-1
IV	*Staff* Ahli	10.000.000,00	S-1/S-2
V	Kepala Seksi	7.500.000,00	S-1
VI	Kepala *Shift*	4.000.000,00	S-1/D-3
VII	Pegawai *Staff* 1	2.500.000,00	S-1/D-3

VIII	Pegawai *Staff* 2	1.500.000,00	SLTA
IX	*Operator*	2.500.000,00	D-3
X	*Security*	1.000.000,00	SLTA
XI	Sopir	1.000.000,00	SLTA
XII	*Cleaning Service*	1.000.000,00	SLTA

4.6.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain:

1. Tunjangan

- Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2. Pakaian Kerja

Diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah empat pasang.

3. Cuti

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

- Cuti hamil diberikan kepada karyawati yang hendak melahirkan, masa cuti berlaku selama 2 bulan sebelum melahirkan sampai 1 bulan sesudah melahirkan.

4. Pengobatan

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. Asuransi Tenaga Kerja

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

4.6.8 Manajemen Perusahaan

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor - faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perancangan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Dengan

meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar penyimpangan produksi dapat dihindari.

Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

4.6.8.1 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada direktur keuangan dan umum. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

Dipengaruhi oleh keandalan dan kemampuan mesin yaitu jam kerja efektif dan beban yang diterima.

1. Kemampuan Pasar

   Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

   - Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
   - Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

   Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

   - Rencana prduksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.

- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran baru.

2. Kemampuan Pabrik

   Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

   - Bahan Baku

     Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai jumlah produk yang diinginkan.

   - Tenaga kerja

     Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja keterampilannya meningkat dan sesuai dengan yang diinginkan.

   - Peralatan (Mesin)

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

4.6.8.2 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk dengan mutu sesuai dengan standard dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu sesuai jadwal.

a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal - hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku serta perbaikan alat yang terlalu lama. Penyimpangan perlu diketahui penyebabnya, baru dilakukan evaluasi. Kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

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

4.7 Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu perlu perancangan pabrik Asam nitrat ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode :

1. *Return of Investment* (ROI)
2. *Pat Out Time* (POT)
3. *Break event point* (BEP)
4. *Shut Down Point* (SDP)
5. *Discounted Cash Flow* (DCF)

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu :

1. Penaksiran modal industri (Total Capital Investment) yang terdiri atas:
    a. Modal tetap (Fixed Capital Invesment)
    b. Modal kerja (Working Capital)
2. Penentuan biaya produksi total (Production Cost) yang terdiri atas :
    a. Biaya Produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
    b. Biaya Produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)

c. Biaya pembuatan (Manufacturing Cost)

3. Biaya pengeluaran umum (General Expense)

4. Total pendapatan

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga alat tiap tahun mengalami perubahan, sesuai dengan kondisi perekonomian pada saat itu. Untuk memperkirakan harga alat, diperlukan indeks yang dapat digunakan untuk mengkonversi harga alat pada masa lalu sehingga diperoleh harga alat saat ini.

Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah :

$$Ex = \frac{Nx}{Ny} Ey \qquad \text{(Aries \& Newton p.16)}$$

keterangan :

Ex = harga pembelian ditahun X

Ey = harga pembelian ditahun (Y)

Nx = indeks harga pada tahun X

Ny = indeks harga pada tahun (Y)

Jenis indeks yang digunakan adalah Chemical Engineering Plant Cost dari Buku Peter & Timmerhaus, 2002.

Apabila tenyata terdapat alat yang mempunyai kapasitas tertentu dan grafik spesifikasinya tidak ada, maka harga alat tersebut dapat dihitung dengan persamaan :

$$Eb = \left(\frac{Cb}{Ca}\right)^{x}$$ (Aries & Newton p.15)

keterangan :

Ea = harga alat a dengan kapasitas yang diketahui

Eb = harga alat b dengan kapasitas yang dicari

Ca = kapasitas alat a

Cb = kapasitas alat b

X = Eksponen

Besarnya harga eksponen "x" bermacam-macam tergantung dari jenis alat yang akan dicari, dapat dilihat pada Peter & Timmerhaus hal 167, sedangkan untuk harga alat yang tidak diketahui harga eksponennya diambil harga "x" hasil estimasi yaitu 0,6.

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi : 40.000 ton/tahun

Satu tahun operasi : 330 hari

Umur pabrik : 10 tahun

Pabrik didirikan tahun : 2018

4.7.3 Perhitungan Biaya

1. Capital Investment

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. Capital investment terdiri dari :

a. Fixed Capital Investment (FCI)

Fixed capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

b. Working Capital Investment (WCI)

Working capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk operasional dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. Manufacturing Cost

Manufacturing cost merupakan jumlah dari direct, indirect dan fixed manufacturing cost, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

a. Direct Cost (DC)

Adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.

b. Indirect Cost (ID)

Adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat dan bukan langsung karena operasi.

c. Fixed Cost (FC)

Merupakan harga yang berkenaan dengan fixed capital dan pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak bergantung kepada waktu dan tingkat produksi.

3. General Expense

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk manufacturing cost.

4.7.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, untuk mengetahui pabrik tersebut potensial untuk didirikan atau tidak, maka dilakukan analisa kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan menyatakan kelayakan adalah :

1. Percent Return on Investment (ROI)

Return on investment adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{\text{FCI}} \text{ x } 100\%$$

2. Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{\text{FCI}}{\text{keuntungan} + \text{depresiasi}}$$

3. Break Event Point (BEP)

Break event point adalah titik batas produksi, dimana pabrik dikatakan tidak untung dan tidak rugi.

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

Dalam hal ini :

Fa = fixed manufacturing cost

Ra = regulated cost

Va = variabel cost

Sa = penjualan produk

4. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah prosen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai prosen kapasitas minimal tersebut dalam setahun, maka pabrik harus berhenti operasi atau tutup.

$$SDP = \frac{0{,}3\text{Ra}}{\text{Sa} - \text{Va} - 0{,}7\,\text{Ra}} x100\%$$

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Dischounted Cash Flow Rate (DCFR) adalah salah satu cara untuk menganalisa kelayakan ekonomi pabrik, dimana DCFR didefinisikan sebagai jumlah uang dari keuntunganyang tidak digunakan untuk mengembalikan pinjaman modal dan bunganya. Yang diperhatikan dari DCFR adalah i (rate of return), yaitu prosentase keuntungan pabrik yang dihitung dengan metode DCFR. Harga i sering dibandingkan dengan suku bunga bank, dimana jika

harga i lebih besar dari suku bunga bank berarti investasi ke pabrik lebih menguntungkan daripada menyimpan uang di bank.

Harga i ditrial dengan persamaan (Aries & Newton) :

$$(FCI + WCI)(1+i)^n = CF\left[(1+I)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + ... + (1+i)^{n-n}\right] + WCI + SV$$

Dalam hubungan ini :

FCI : *Fixed Capital Investment*

WCI : *Working Capital Investment*

SV : *Salvage Value*

CF : *Cash Flow*

i : *rate of return*

4.7.5 Hasil Perhitungan

A. *Capital Investment*

Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

1.	PEC	= US$ 15.402.365,90
2.	Pengangkutan	= US$ 1.925.295,74
3.	Instalasi alat	= US$ 2.571.313,49
4.	Pemipaan	= US$ 8.561.252,10
5.	Instrumentasi	= US$ 3.815.784,00
6.	Insulasi	= US$ 572.127,44
7.	Bangunan	= US$ 6.135.747,21
8.	Tanah dan perbaikan	= US$ 2.772.474,75
9.	Utilitas	= US$ 348.024,82 +
	Physical Plant Cost	**= US$ 41.649.428,37**
10.	Engineering & Const.	= US$ 8.329.885,67 +
	Direct Plant Cost	**= US$ 49.979.314,04**
11.	Contractor's fee	= US$ 1.999.172,56
12.	Contingency	= US$ 4.997.931,40
	FCI	**= US$ 56.976.418,01**

Modal Kerja (Working Capital Investment)

1.	Raw material inventory	= US$	28.804,54
2.	Inprocess inventory	= US$	40.214,74
3.	Product inventory	= US$	563.006,36
4.	Extended credit	= US$	881.567,19
5.	Available cash	= US$	2.412.884,40 +
	Working Capital Investment	**=US$**	**3.926.477,22**

B. Biaya Produksi Total (Total Production Cost)

a. Manufacturing Cost

1. Direct Manufacturing Cost

• Harga bahan baku	= US$	3.168.499
• Gaji Labor	= US$	70.848,48
• Supervisi	= US$	7.084,85
• Maintenance	= US$	8.546.462,70
• Plant supplies	= US$	1.281.969,41
• Royalties and patents	= US$	415.595,96
• Utilitas	= US$	3.144.530,30 +
Direct Manufacturing Cost	**= US$**	**16.634.990,59**

Rp 44.407.608.843,41

2. Indirect manufacturing Cost

- Payroll overhead = US$ 10.627,27
- Laboratorium = US$ 7.084,85
- Plant overhead = US$ 35.424,24
- Packaging dan Shipping = US$ 4.203.959,60 +

Indirect Manufacturing Cost = US$ 4.257.095,96

Rp 42.145.250.000

3. Fixed Manufacturing Cost

- Depresiasi = US$ 3.999.235,42
- Pajak atas kekayaan = US$ 499.904,43
- Asuransi = US$ 499.904,43 +

Fixed Manufacturing Cost = US$ 5.697.641,80

Total Manufacturing Cost = US$ 26.541.728,35

Rp 262.763.110.646

b. General Expense

1. Administrasi = US$ 740.978,03
2. Sales = US$ 1.728.948,75
3. Riset = US$ 987.970,71
4. Finance = US$ 1.074.354,63 +

Total General Expence **= US$ 4.532.252,12**

= Rp 44.869.295.951

Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

= *Manufacturing Cost* + *General Expense*

= US$ 29.231.519,91

= Rp 289.392.047.082

C. Analisa Kelayakan

1. Profit (keuntungan)

Penjualan produk	= US$	42.039.595,96
Total Production cost	= US$	29.231.519,91
Keuntungan sebelum pajak	= US$	12.808.076,05
Keuntungan setelah pajak	= US$	9.606.057,04

2. Percent return on investment (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{\text{FCI}} \times 100\%$$

a. ROI sebelum pajak = 25,62 %

b. ROI setelah pajak = 19,22 %

3. Pay out time (POT)

$$\text{POT} = POT = \frac{\text{Fixed Capital Invesment}}{\text{Keuntungan} + \text{d}epresiasi}$$ (Peter, p.309)

a. POT sebelum pajak = 1,78 tahun

b. POT setelah pajak = 2,94 tahun

4. Break event point (BEP)

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

Fa = *Fixed Cost* = Rp 49.490.538.330

Va = *Variable Cost* = Rp 108.363.444.182

Ra = *Ragulated Cost* = Rp 131.538.064.570

B E P = 41,23 %

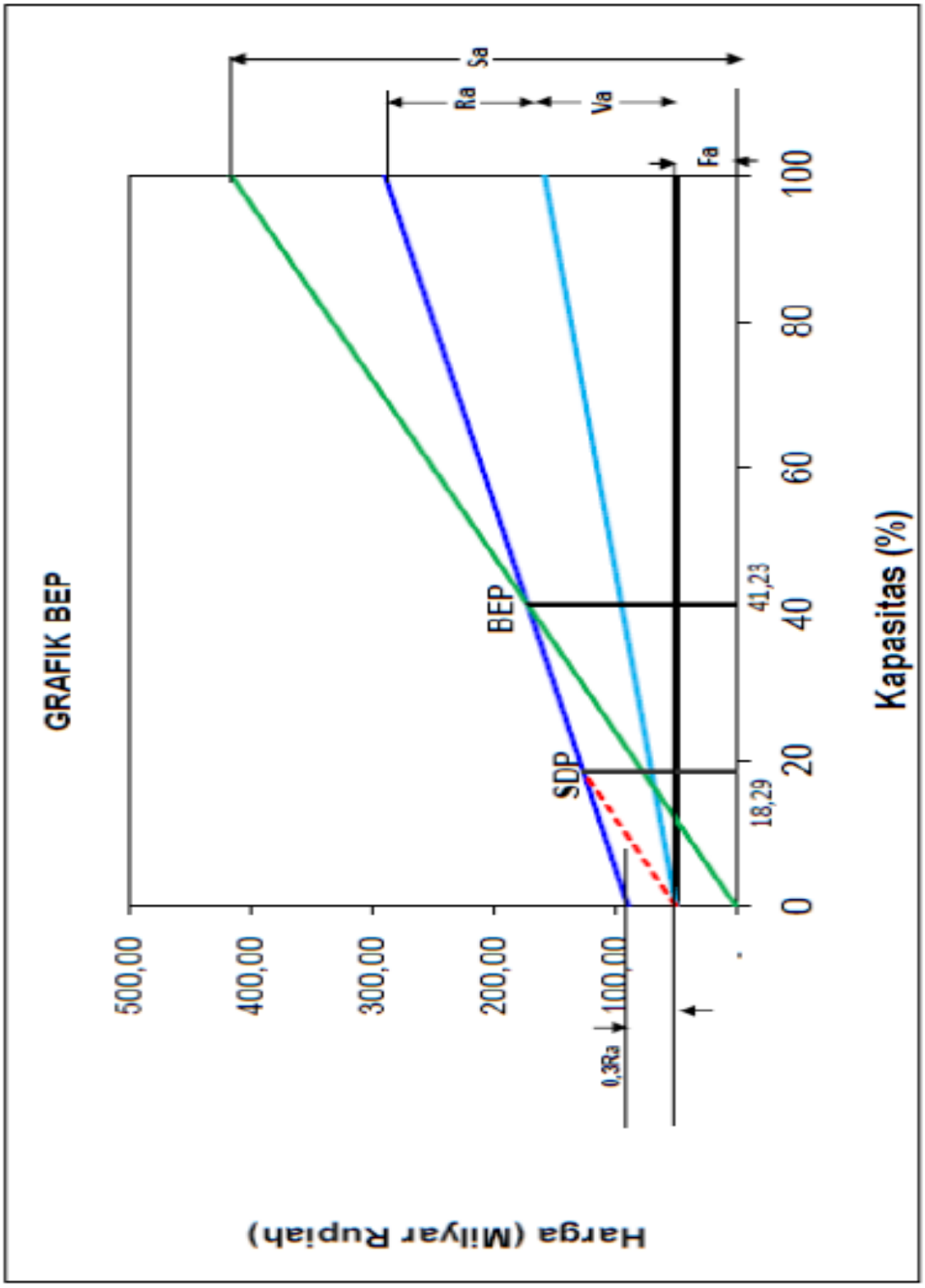
5. Shut down point (SDP)

$$SDP = \frac{0{,}3\text{Ra}}{\text{Sa - Va - } 0{,}7\,\text{Ra}} x100\%$$

S D P = 18,29 %

6. Discounted Cash Flow (DCF)

i = 22,35 %



Gambar.4.8 Hubungan Kapasitas(%) vs Harga

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, baik analisa ekonomi maupun teknik maka dapat diambil kesimpulan :

1. Pendirian pabrik asam nitrat di Indonesia cukup menarik karena diperkirakan kebutuhan asam nitrat akan meningkat sejalan dengan terus berkembangnya industri di Indonesia.
2. Dari segi bahan baku, pemasaran dan lingkungan, lokasi pabrik asam nitrat di daerah Bontang, Kalimantan Timur cukup menguntungkan karena kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, ketersediaan air dan listrik.
3. Pabrik asam nitrat digolongkan sebagai pabrik yang beresiko tinggi karena prosesnya berlangsung pada kondisi operasi (suhu dan tekanan) tinggi, selain itu produk merupakan jenis asam kuat.
4. Dari perhitungan analisa ekonomi diperoleh hasil sebagai berikut :
   1) Keuntungan yang diperoleh :

      Keuntungan sebelum pajak Rp 126.799.952.918 /tahun, dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 95.099.964.689 /tahun.

2) *Return On Investment* (ROI) :

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 25,62 % dan ROI setelah pajak sebesar 19,22 %. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimum adalah 20 % (Aries & Newton, 1955).

3) *Pay Out Time* (POT) :

POT sebelum pajak selama 1,78 tahun dan POT setelah pajak selama 2,94 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi maksimum adalah 2 tahun (Aries & Newton, 1955).

4) *Break Event Point* (BEP) pada 41,23 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 18,29 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.

5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 22,35 %. Suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 10 % (www.bi.go.id, akhir januari 2013). Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank (1,5 x 10% = 15%).

Table 5.1 Kesimpulan evaluasi ekonomi

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi
ROI sebelum pajak ROI setelah pajak	25.62 19.22	ROI before taxes- minimum 11 % low risk,20% high risk	Aries Newton, P.193
POT sebelum pajak POT setelah pajak	1.78 2.94	POT before taxes- maksimum, low risk 5 th, high risk 2 th	Aries Newton, P.196
BEP	41.23%	Berkisar 40 - 60%	
SDP	18.29%		
DCF	22.35%	> 1,5 bunga bank = minimum =	15%

Dari hasil evaluasi ekonomi, pabrik asam nitrat dengan proses oksidasi dengan katalis Platinum-Rhodium 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 asam nitrat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

LAMPIRAN

REAKTOR

Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitube*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara amoniak dan oksigen menjadi nitrogen oksida (NO)

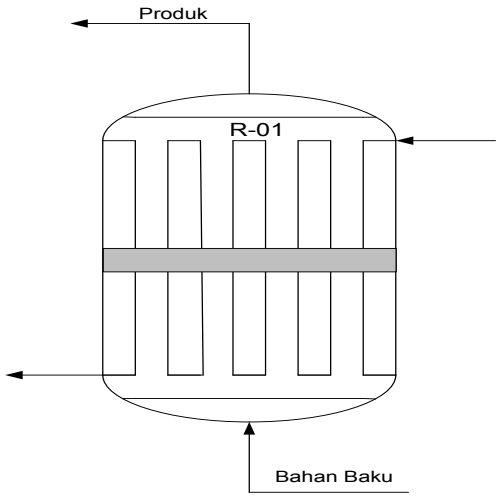
Kondisi Operasi : Suhu = 900 ^{o}C

Tekanan = 10 atm

Reaksi = Eksotermis

Tujuan :

1. Menentukan jenis reaktor
2. Menghitung pressure drop
3. Menghitung berat katalis
4. Menghitung waktu tinggal dalam reaktor
5. Menentukan dimensi reaktor



Reaksi yang terjadi didalam reaktor:

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

1. Menentukan jenis reaktor

Dipilih reaktor fixed bed multitube dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. zat pereaksi berupa fasa gas dengan katalis padat
b. umur katalis panjang 12-15 bulan
c. reaksi eksotermis sehingga diperlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin berlangsung optimal
d. tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor
e. pengendalian suhu relatif mudah karena menggunakan tipe shell and tube

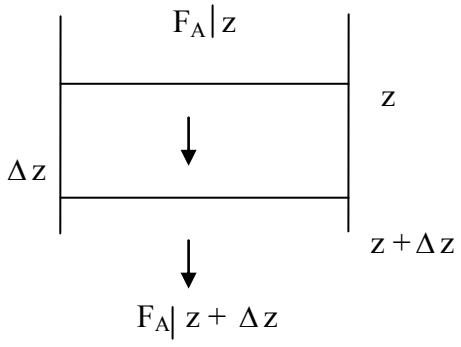
(Hill, hal 425-431)

2. Persamaan – persamaan Matematis Reaktor

a. Neraca massa reaktor

Reaksi berlangsung dalam keadaan steady state dalam reaktor setebal ΔZ dengan konversi X. Neraca massa NH_3 pada elemen volume :

Input – Output – Yang bereaksi = 0



Input - Output - Yang Bereaksi = 0

$FA_Z - (FA|_{Z+\Delta Z} + (-ra)\,\Delta v) = 0$

$$\Delta v = \frac{\pi Di^2}{4}\,\varepsilon\,\Delta z$$

Δv = volume gas diantara katalis pada elemen volum

$FA_Z - FA|_{Z+\Delta Z} - (-ra)\,\pi/4\,Di^2\,\varepsilon\,.\,\Delta Z = 0$

$$FA_{Z+\Delta Z} - FA_Z = (-ra)\,\pi/4\,Di^2\,\varepsilon$$

$$\Delta Z$$

$$\frac{-FA}{\Delta Z} = \frac{-rA.\pi Di^2}{4}\,\varepsilon$$

Dimana $F_A = -F_{Ao}(1 - X_A)$

$\Delta F_A = -FAo.\,\Delta X_A$

$$FAo\,.\,\frac{\Delta XA}{\Delta Z} = \frac{-(rA)\pi Di^2}{4}\,\varepsilon$$

$$\frac{\Delta XA}{\Delta Z} = \frac{-(rA)\pi Di^2}{4FAo}\,\varepsilon$$

Lim $\Delta Z \quad 0 \longrightarrow$

$$\frac{dXA}{dz} = \frac{(-rA)\pi Di^2\varepsilon}{4FAo}$$

dimana : $\frac{dXA}{dz}$ = perubahan konversi persatuan panjang

ε = porositas

$(-r_A)$ = kecepatan reaksi = $k\,C_A.\,C_B$

Z = tebal tumpukan katalisator

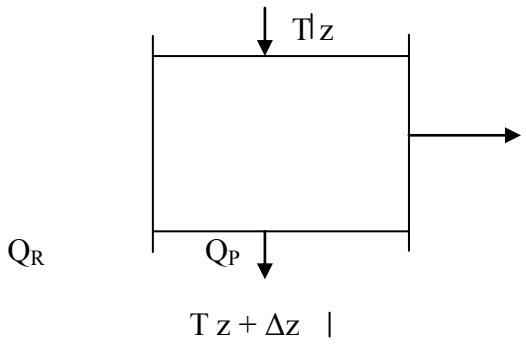
Di = diameter dalam pipa

Komposisi Dengan Perhitungan Kapasitas

Input	Massa, Kg/Jam
Amoniak	1727.6185
Air	8.6815
Oksigen	6203.8850
Nitrogen	20179.8377

Output	Massa, Kg/Jam
Oksigen	2220.2415
Nitrogen	20179.8377
Air	2697.7935
Amoniak	34.3501
Nitrogen Oksida	2987.8250

b. Neraca panas elemen volume



Q_R = panas reaksi

Q_P = panas yang dibuang, ada pendinginan

Input - Output =Acc

Σ m.Cp (T_Z - To)|– [(Σ m.Cp) ($T_{Z+\Delta Z}$ – Tb) + Q_R + Q_P]

Σ m.Cp (T_Z - $T_{Z+\Delta Z}$) = Q_R + Q_P

(Σ m.Cp) ($-\Delta T$) = Q_R + Q_P

$Q_R = \Delta H_R F_{Ao} \Delta X_A$

$Q_P = UA (T - T_S)$

$A = \pi$ Do Δz

$Q_P = U \pi$ Do $\Delta z(T - T_S)$

(Σ m.Cp) ($-\Delta T$) = ΔHR . Fao . ΔXA + U.π.Do.ΔZ (T-Ts)

: ΔZ

$$(\Sigma\ m.Cp)\left(\frac{-\Delta T}{\Delta Z}\right) = \Delta HR\ .\ Fao\ .\left(\frac{\Delta XA}{\Delta Z}\right) + U.\pi.Do.\Delta Z\ (T\text{-}Ts)$$

$$\left(\frac{-\Delta T}{\Delta Z}\right) = \frac{\Delta HR\ .\ Fao\ .\left(\frac{\Delta XA}{\Delta Z}\right) + U.\pi.Do.\Delta Z\ (T\text{-}Ts)}{(\Sigma\ m.Cp)}$$

lim ΔZ $\longrightarrow$ 0

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{\Delta HR\ .\ Fao\ .\left(\frac{dXA}{dZ}\right) + U.\pi.Do.\Delta Z\ (T\text{-}Ts)}{(\Sigma\ m.Cp)}$$

Dimana:

$\frac{dT}{dZ}$ = Perubahan Suhu persatuan panjang katalis

ΔH_R = Panas Reaksi

U = Overall heat transfer coefficient

Do = Diameter luar

T = Suhu gas

Ts = Suhu penelitian

Ts = Kapasitas panas

c. Neraca panas untuk pendingin

Pendingin yang dipakai adalah Dowtherm A yang stabil pada suhu 93,3 – 540 ^{0}C

Komposisi Dowtherm A : - 73,5 % Diphenyl Oxyde

- 26,5 % Diphenyl

Sifat-sifat fisis Dowtherm A (T dalam K) dari Hidrocarbon Processing.

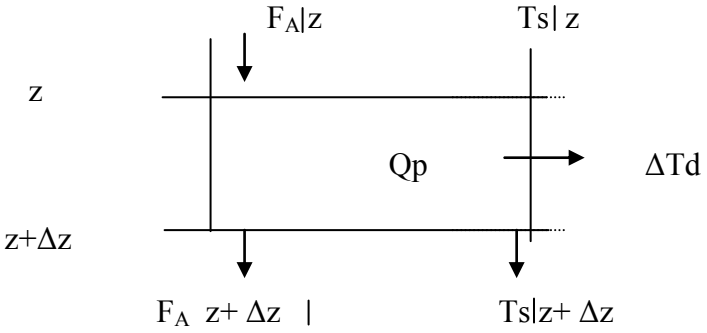
Cp = 0,11152 + 3,402 . 10^{-4} T, cal/g.K

ρ = 1,4 – 1,0368 . 10^{-3} T , gr/cm^3

μ = 35,5808 – 0,04212 T , gr/cm.Jam

k = 0,84335 – 5,8076 . 10^{-4}, cal/J.Cm.K

Neraca Panas pada elemen volum



mp.Cpp ($Ts_Z - T_o$) + Qp – mp Cpp ($Ts_{z+\Delta z} - Tb$) = 0

mp.Cpp ($Ts_Z - Ts_{z+\Delta z}$) = + Qp

$(Ts_Z - Ts_{z+\Delta z}) = - \frac{U.\pi.Do.\Delta z.(T - Ts)}{(m.Cp)p}$

$(Ts_Z - Ts_{z+\Delta z}) / \Delta z = - \frac{U.\pi.Do.(T - Ts)}{(m.Cp)p}$

$- (Ts_{z+\Delta z} - Ts_Z) / \Delta z = - \frac{U.\pi.Do.(T - Ts)}{(m.Cp)p}$

$\frac{\Delta Ts}{\Delta Z} = \frac{U.\pi.Do(T - Ts)}{(m.Cp)p}$

lim ΔZ 0 ⟶

$\frac{dTs}{dZ} = \frac{U.\pi.Do(T - Ts)}{(m.Cp)p}$

d. Penurunan tekanan

Dalam pipa = penurunan tekanan dalam pipa berisi katalisator (Fixed bed) digunakan rumus 11.6 (chapter 11 hal 492 " Chemical Reactor Design For Process Plants".

$$\frac{dP}{dZ} = \frac{G}{\rho g Dp} \cdot \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3} \cdot \left[\frac{150(1-\varepsilon)\mu}{Dp} + 1{,}75G\right]$$

Dimana :

G = Kecepatan aliran massa gas dalam pipa, gr/cm^3

ρ = Densitas gas, gr/cm^3

Dp = Densitas pertikel katalisator, cm

G = Gaya Gravitasi, cm/det^2

ε = Porosity tumpukan katalisator

μ = Viskositas gas, gr/cm jam

3. Data – data sifat fisis bahan

a. Menentukan umpan Yi masuk

Komponen	BMi (kg/kmol)	Massa (kg/jam)	Mol (kmol/jam)	yi
Oksigen	32	6203,8850	193,8714063	0,1907
Nitrogen	28	20179,8377	720,7084893	0,7089
Air	18	8,6815	0,482305556	0,0005
Amoniak	17	1727,6185	101,6246176	0,1000
Total		28120,0227	1016,6868	1,0000

b. Menentukan volume gas reaktor

PV = nRT

n = 27,0266 kmol/jam = 7,5074 mol/dtk

R = 82,05 atm.cm^3/mol.^{o}K

P = 10 atm

$$V = \frac{nRT}{P} = 2724108{,}702\ \text{cm}^3/\text{dtk}$$

c. Menetukan densitas umpan

$$\rho = \frac{P.BM}{RT} = \frac{(10\ \text{atm})\left(27{,}6585\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right)}{\left(82{,}05\ \text{atm}.\frac{\text{cm}^3}{\text{mol.K}}\right)(1173\text{K})} = 0{,}002867\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

d. Menentukan viskositan umpan

$$\mu_{gas} = A + BT + CT^2$$

Komponen	A	B	C
Oksigen	44.224	5.6200E-01	-1.1300E-04
Nitrogen	42.606	4.7500E-01	-9.8800E-05
Air	-36.826	4.2900E-01	-1.6200E-05
Amoniak	-7.874	3.6700E-01	-4.4700E-06
NO	39.921	5.3700E-01	-1.2400E-04

(Chemical properties handbook,Mc Graw-hill Carl L.yaws)

Komponen	yi	μ gas mikropoise	μgas (kg/s.m)	μgas (kg/jam.m)	μgas lb/ft.jam
Oksigen	0.1907	547.9700	0.000055	0.197269	0.000048
Nitrogen	0.7089	463.8392	0.000046	0.166982	0.000040

Air	0.0005	444.1010	0.000044	0.159876	0.000039
Amoniak	0.1000	416.4666	0.000042	0.149928	0.000036
Total	1.0000	1872.3768	0.000187	0.67406	0.000163

Komponen	yi.μgas (kg/s.m)	yi.μgas (kg/jam.m)	yi.μgas lb/ft.jam	Ŋ gas mikropoise
Oksigen	0.0000104	0.037617	0.000009	104.4921
Nitrogen	0.0000329	0.118370	0.000029	328.8061
Air	0.0000000	0.000076	0.000000	0.2107
Amoniak	0.0000042	0.014986	0.000004	41.6286
Total	0.000048	0.171049	0.000041	475.1375

μ gas = 0,000048 kg/m.s

= 0,00048 g/cm.s

e. Menentukan konduktivitas gas umpan

$k_{gas} = A + BT + CT^2$

Komponen	A	B	C
Oksigen	0.00171	1.9431E-05	9.5287E-08
Nitrogen	0.00234	5.4340E-06	1.3154E-07
Air	0.00121	8.6157E-05	-1.3348E-08
Amoniak	0.00309	7.5930E-05	-1.1014E-08

(Chemical properties handbook,Mc Graw-hill Carl L.yaws)

Komponen	yi	kgas	yi.kgas
		W/m.K	W/m.K
Oksigen	0.1907	1.5561E-01	2.9673E-02

Nitrogen	0.7089	1.8970E-01	1.3448E-01
Air	0.0005	8.3906E-02	3.9804E-05
Amoniak	0.1000	7.7001E-02	7.6968E-03
Total	1.0000	5.0622E-01	1.7189E-01

k campuran = 1.7189E-01 W/m.K

= 0.6188 kJ.m/jam.m2.K

= 0.1478 kkal.m/jam.m2.K

= 0.0004 kal.cm/dtk.cm2.K

f. Menentukan kapasitas panas campuran gas

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

Komponen	A	B	C	D	E
Oksigen	29.526	-8.899900E-03	3.8083E-05	-3.2629E-08	8.8607E-12
Nitrogen	29.342	-3.539500E-03	1.0076E-05	-4.3116E-09	2.5935E-13
Air	33.933	-8.418600E-03	2.9906E-05	-1.7825E-08	-3.6934E-12
Amoniak	33.573	-1.258100E-02	8.8906E-05	-7.1783E-08	1.8569E-11

(Chemical properties handbook,Mc Graw-hill Carl L.yaws)

Komponen	yi	BM	Cp	Cp	Cp	Cpi = yi.Cp
		(kg/kmol)	joule/mol.K	kjoule/kmol.K	kjoule/kg.K	kjoule/kg.K
Oksigen	0.1907	32	35.5988	35.5988	1.1125	0.2121
Nitrogen	0.7089	28	32.5863	32.5863	1.1638	0.8250
Air	0.0005	18	29.4453	29.4453	1.6359	0.0008
Amoniak	0.1000	17	60.4431	60.4431	3.5555	0.3554
TOTAL	1.0000		158.0734	158.0734	7.4676	1.3933

Komponen	Fi	Fi.Cpi	Cp.yi
	(kg/jam)	Kjoule/jam.K	Kjoule/kmol.K
Oksigen	6203.8850	1316.0590	6.7883
Nitrogen	20179.8377	16648.1703	23.0997
Air	8.6815	0.0067	0.0140
Amoniak	1727.6185	613.9842	6.0417
TOTAL	28120.0227	18578.2202	35.9437

Cp campuran = 35,9437 kJ/kmol.K

= 18578,2202 kJ/jam.K

= 1,3933 kJ/kg.K

g. Menentukan panas reaksi

Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, panas yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

$$\Delta H_R = \Delta H_{R298} + \int_{298}^{T} \Delta Cp.dT$$

(Chemical properties handbook,Mc Graw-hill Carl L.yaws)

Komponen	ΔHf (kj/mol)	ΔHf (kJ/kmol)	ΔH (kj/kmol)
Oksigen	0.00	0	28812.2865
Nitrogen	0.00	0	26811.1546
Air	-241.80	-241800	30058.7545
Amoniak	-45.90	-45900	42731.3282
Nitrogen Oksida	90.30	90300	28199.9899
total	-197.40	-197400	156613.5137

Dari data didapat:

ΔHR_{298} = -226500 kJ/kmol

ΔHR_{total} = -231958,5647 kJ/kmol

4. Dimensi reaktor

a. Menentukan ukuran dan jumlah tube

Diameter pipa reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Mengingat reaksi yang terjadi eksotermis, untuk itu dipilih aliran gas dalam pipa turbulen agar koefisien perpindahan panas lebih panas lebih besar.

Pengaruh ratio Dp / Dt terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu hw/h telah diteliti oleh Colburn's (smith hal 571) yaitu :

Dp/Dt	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
hw/h		5,5	7,0	7,8	7,5	7,0	6,6

dipilih Dp/Dt = 0,15

dimana

hw = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

h = koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

Dp = diameter katalisator

Dt = diameter tube

Sehingga :

Dp/Dt = 0,15

Dp = 0,0175 cm

Dt = 0,175 / 0,15 = 0,12 cm

Dari hasil perhitungan tersebut, maka diambil ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnnya baik.

Dari table 11 Kern dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut :

Nominal pipe size = 0,125 in

Outside diameter = 0,405 in = 1.0287 cm

Schedule number = 40

Inside diameter = 0,269 in = 0,6833 cm

Flow area per pipe = 0.058 in^2

Surface per in ft = 0.106 ft^2/ft

Aliran dalam pipa turbule dipilih N_{Re} = 2500

$$N_{Re} = \frac{G_g D_t}{\mu_g}$$

$$G_t = \frac{\mu_g N_{Re}}{D_t}$$

Dalam hubungan ini:

μg = viskositas umpan = 0,00048 g/cm.det

Dt = Diameter tube = 0,6833 cm

$$G_t = \frac{(0{,}00048)(2500)}{0{,}6833} = 1{,}5299 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2.\text{s}} = 15{,}2988 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2.\text{jam}}$$

Digunakan 1 buah reaktor :

Fm = m : 3600 = 28120.0227 kg/jam x 3600 = 7,8111 kg/s

$$At = \frac{7811{,}1174}{1{,}5299} = 5105.7221 \text{ cm}^2$$

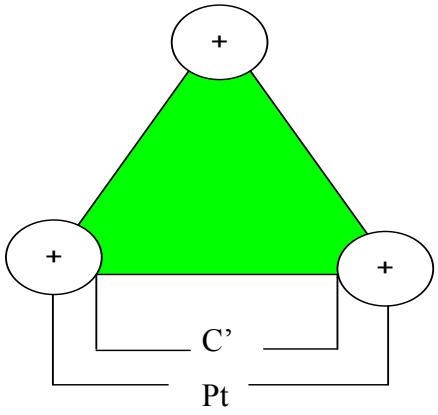
Luas penampang pipa $= \left(\frac{\pi}{4}\right) ID^2 = \left(\frac{3{,}14}{4}\right) 0{,}6833^2$

$= 0{,}3668 \text{ cm}^2$

$$\text{Jumlah pipa dalam reaktor} = \frac{5105{,}7221}{0{,}3668} = 13919.4006 \text{ buah} = 13919 \text{ buah}$$

b. Menghitung diameter dalam reaktor

Direncanakan tube disusun dengan pola triangular pitch.



Pt = 1,25 x ODt

= 1,25 x 0,405 = 0,5063 in

C' = P_T – OD

= 0,5063 – 0,405 = 0,1013 in

$$IDs = \sqrt{\frac{4.\,Nt.\,P_T^2.\,0{,}866}{\pi}}$$

IDs = 159,2320 cm

Jadi diameter dalam reaktor = 159,2320 cm = 62,6898 in

c. Menghitung tebal dinding reaktor

Tebal dinding reaktor (shell) dihitung dengan persamaan :

$$t_s = \frac{P.r}{f.E - 0{,}6.P} + C \qquad (Brownell, pers.13-1, p.254)$$

Dimana :

t_s = tebal shell, in

E = efisiensi pengelasan

f = maksimum allowable stress bahan yang digunakan (Brownell,tabel 13-1, p.251)

r = jari-jari dalam shell, in

C = faktor korosi, in

P = tekanan design, Psi

Bahan yang digunakan Carbon steel SA-201 (Brownell, P.251)

E = 0,85

f = 4500 psi

C = 0,125

R = ID/2 = (62,6898/2) in

P = 176,4 psi (*overdesing* 20%)

maka ts $= \frac{176,4.(62,6898/2)}{4500.0.85 - 0,6.176,4} + 0,125$

= 1,6117 in

dipilih tebal dinding reaktor standar 1 5/8 in

Diameter luar reaktor = ID + 2*ts

= 62,6898 + (2*(1 5/8))

= 65.9398 in

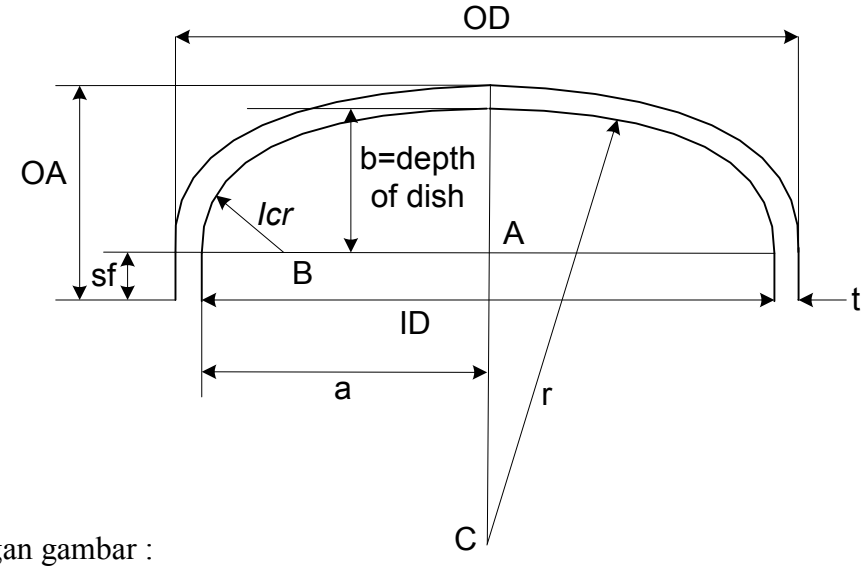
Sehingga dipilih diameter luar reaktor 66 in.

5. Menghitung head reaktor

   a. Menghitung tebal head reaktor

Bentuk head : Elipstical Dished Head

Bahan yang digunakan: Carbon steel SA-201 (Brownell, P.251)



Keterangan gambar :

ID = diameter dalam head

OD = diameter luar head

a = jari-jari dalam head

t = tebal head

r = jari-jari luar dish

icr = jari-jari dalam sudut icr

b = tinggi head

sf = straight flange

OA = tinggi total head

Tebal head dihitung berdasarkan persamaan :

$$t_h = \frac{P.IDs}{2.f.E - 0{,}2.P} + C$$ (Brownell, 1979)

P = tekanan design, psi = 176,4 psi

IDs = diameter dalam reactor, in = 62,6898 in

F = maksimum allowable stress, psi = 4500 psi

E = efisiensi pengelasan = 0,85

C = faktor korosi, in = 0,125

maka th = $\frac{176{,}4 \times 62{,}6898}{2.4500.0{,}85 - 0{,}2.176{,}4} + 0{,}125$

= 1.5772 in

dipilih tebal head reaktor standar 1,625 in

b. Menghitung tinggi head reaktor

ODs = 66 in

ts = 1,625 in

didapat : irc = 4,975 in

r = 60 in

a = IDs/2 = 31,3449 in

AB = a – irc = 26,4699 in

BC = r – irc = 55,1250 in

AC = $(BC^2 - AB^2)^{1/2}$ = 48,3540 in

b = r – AC = 11,6460 in

Dari tabel 5.6 Brownell p.88 dengan th 1 5/8 in didapat sf = 1,5 – 4,5 in perancangan digunakan sf = 4,5 in

Tinggi head reaktor dapat dihitung dengan persamaan :

hH = th + b + sf

= (1,625 + 11,6460 + 4,5) in

= 17,7710 in

= 0,4514 m

c. Menghitung tinggi reaktor

Tinggi reaktor total = panjang tube + (2.tinggi head)

HR = 232,2836 in + (2.0,4514 in)

= 267,8255 in

= 6,8028 m

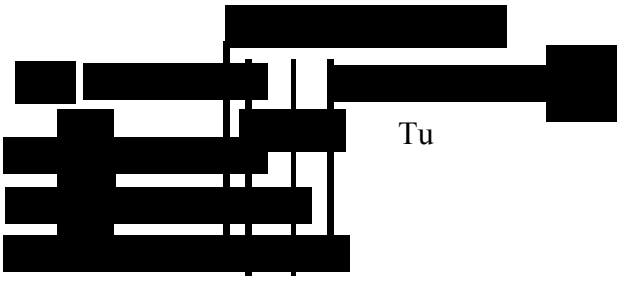
6. Tebal isolasi reaktor

Asumsi :

a. Suhu dalam reaktor = suhu permukaan dinding dalam shell = suhu pendingin rata-rata

b. Keadaan steady state QA=QB=QC=(QD+QR)

c. Suhu dinding luar isolasi isotermal.



Keterangan :

r_1 = jari-jari dalam reaktor

r_2 = jari-jari luar reaktor

r_3 = jari-jari isolator luar

QA = Perp. Konveksi dari gas ke dinding dalam reaktor

QB = Perp. Konduksi melalui dinding reaktor

QC = Perp. Konduksi melalui isolator

QD = Perp. konveksi dari permukaan luar isolator

QR = Perp. Panas radiasi

T1 = Suhu dinding dalam reaktor

T2 = Suhu dinding luar reaktor

T3 = Suhu isolator luar

Tu = Suhu udara luar

- sifat-sifat fisis bahan

  * bahan isolasi : asbestos, dengan sifat-sifat fisis (kern) :

Kis = 0,17134 W/m.^{o}C

ε = 0,96

* carbon steel : ks = 41,5519 W/m.^{o}C

* sifat-sifat fisis udara pada suhu Tf (Holman,1988. Daftar A-5)

Tf = 313

υ = 0,000017

k = 0,027225 W/m.^{o}C

Pr = 0,70489

β = 0,0032 K^{-1}

μ = 0,00001906 kg/m.s

g = 9,8 m/s^2

r_3 = $r_2 + x$

r_1 = 2,6823 in

r_2 = 2,7500 in

L = 19.356897 ft

a. Perpindahan panas konduksi

$$Q_B = \frac{2.\pi.k_s.L.(T_1 - T_2)}{\ln\left(r_2 / r_1\right)} \qquad \text{.....(a)}$$

$$Q_C = \frac{2.\pi.k_{is}.L.(T_2 - T_3)}{\ln\left(r_3 / r_2\right)} \qquad \text{.....(b)}$$

b. Perpindahan panas konveksi

$$Q_D = hc.A.(T_3 - T_4)$$

$$Q_D = hc.2.\pi.r_3.L.(T_3 - T_4) \qquad \text{.....(c)}$$

Karena $Gr_L.Pr > 10^9$, sehingga :

$$hc = 1{,}31.(\Delta T)^{1/3}$$

$$Gr_L = \frac{g.\beta.(T_3 - T_u).L^3}{\nu^2}$$

c. Panas radiasi

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.A.(T_3^{\,4} - T_4^{\,4})$$

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.2.\pi.r_3.L.(T_3^{\,4} - T_4^{\,4}) \qquad \text{.....(d)}$$

σ = 5,669 x 10^{-8} w/m^2.k^4

kemudian persamaan a, b, c dan d ditrial menggunakan excel dan didapat :

r_3 = 2,8727 ft

Tebal isolasi (x) = (2,8727-2,75)*12 in

= 1,4720 in

= 3,7389 cm

Hasil simulasi panjamh reaktor menggunakan Range kutta:

Δz	0.1000		
z (m)	**x**	**T (K)**	**Ts (K)**
0	0.0000000000000	1173.0000	303
0.10	0.0428606863400	1172.2104	308.1609
0.20	0.0839119686817	1171.4279	313.2449
0.30	0.1232288284291	1170.6522	318.2543
0.40	0.1608832140563	1169.8832	323.1914
0.50	0.1969441595731	1169.1207	328.0582
0.60	0.2314778986297	1168.3646	332.8569
0.70	0.2645479744022	1167.6148	337.5892
0.80	0.2962153453950	1166.8710	342.2570
0.90	0.3265384872985	1166.1332	346.8620
1.00	0.3555734910304	1165.4012	351.4060
1.10	0.3833741570927	1164.6750	355.8906
1.20	0.4099920863687	1163.9543	360.3172
1.30	0.4354767674830	1163.2392	364.6873
1.40	0.4598756608425	1162.5294	369.0024
1.50	0.4832342794767	1161.8248	373.2638
1.60	0.5055962667871	1161.1255	377.4727
1.70	0.5270034713180	1160.4312	381.6305
1.80	0.5474960186526	1159.7419	385.7384
1.90	0.5671123805386	1159.0575	389.7974
2.00	0.5858894413427	1158.3779	393.8088
2.10	0.6038625619313	1157.7030	397.7735
2.20	0.6210656410709	1157.0327	401.6926
2.30	0.6375311744381	1156.3670	405.5672

2.40	0.6532903113286	1155.7059	409.3981
2.50	0.6683729091490	1155.0491	413.1862
2.60	0.6972422623985	1154.3967	416.9326
2.70	0.7236133288167	1153.7490	420.6380
2.80	0.7477009146544	1153.1060	424.3034
2.90	0.7697014876846	1152.4674	427.9294
3.00	0.7897947302337	1151.8333	431.5169
3.10	0.8081449619406	1151.2034	435.0666
3.20	0.8249024430412	1150.5777	438.5794
3.30	0.8402045680917	1149.9560	442.0558
3.40	0.8541769592396	1149.3384	445.4966
3.50	0.8669344669745	1148.7247	448.9025
3.60	0.8785820878534	1148.1149	452.2740
3.70	0.8892158033303	1147.5088	455.6119
3.80	0.8989233482383	1146.9064	458.9168
3.90	0.9077849142950	1146.3077	462.1891
4.00	0.9158737940721	1145.7126	465.4296
4.10	0.9232569704211	1145.1210	468.6387
4.20	0.9299956559325	1144.5328	471.8171
4.30	0.9361457866258	1143.9482	474.9652
4.40	0.9417584737209	1143.3669	478.0835
4.50	0.9468804170176	1142.7889	481.1726
4.60	0.9515542831192	1142.2142	484.2330
4.70	0.9558190514651	1141.6428	487.2650
4.80	0.9597103308889	1141.0746	490.2693
4.90	0.9632606491937	1140.5095	493.2461
5.00	0.9664997180244	1139.9476	496.1961
5.10	0.9694546751293	1139.3888	499.1195
5.20	0.9721503059254	1138.8331	502.0168
5.30	0.9746092461218	1138.2804	504.8885
5.40	0.9768521670089	1137.7307	507.7348

5.50	0.9788979448850	1137.1840	510.5563
5.60	0.9807638159669	1136.6402	513.3532
5.70	0.9824655180219	1136.0994	516.1259
5.80	0.9840174198482	1135.5614	518.8749

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK KIMIA, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, DAN TEKNIK MESIN
Kampus : Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895287, 895007 Faks. (0274) 895007 Ext. 148; Kotak Pos 75 Sleman 55501 Yogyakarta
http://www.uii.ac.id atau http://www.fti-uii.org e-mail : fti@uii.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Bayu Setiaji
No. MHS 1 : 08521018
Nama Mahasiswa 2 : Ahmad Jami Mubarok
No. MHS 2 : 08521001

Judul Pra Rancangan Pabrik)* : PRA RANCANGAN PABRIK [illegible] ASAM NITRAT DARI AMONIAK DAN UREA.

Mulai Masa Bimbingan : 13 Maret 2012
Selesai Masa Bimbingan : **09 September 2012**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	15 Maret '12	konsultasi judul tugas pra rancangan	
2	19 Maret	konsultasi spesifikasi bahan baku	
		dan produk.	
3	22 Maret	MSDS bahan dan produk, reaksi kimia	
		reaktor dan PFD	
4	26 Maret	proses di reaktor fixed bed.	
5	2 April	Menghitung Neraca Massa	
6	16 April	Menghitung Neraca panas	
7	23 April	Mechanical design reaktor	
8	24 Mei	mechanical design di separator	
9	20 Juni '12	Mechanical design di Absorber	
10	16 Juli '12	Mechanical design di stripper	

Disetujui Draft Penulisan:
Pembimbing I,

Agus Taufiq, Ir., M.Sc

Yogyakarta, 7 / 03 / 2013
Pembimbing II,

Ariany Zulkania, ST., M.Eng

)* Judul Tugas Pra Rancangan Pabrik Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Tugas Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JL.KALIURANG KM.14, 5 JOGJAKARTA

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : AHMAD JAMI MUBAROK

No. Mahasiswa : 08.521.001

Pembimbing I : Ir. Agus Taufik, M.Sc

Pembimbing II : Asiaty Zulkarna, S.T., M.Eng

Proposal Disetujui Tgl : .....

Judul Tugas Akhir : P.F.D. PABRIK GARAM DARI AIR LAUT DENGAN PROSES ELEKTRODIALISA KAPASITAS 40.000 TON/T.H.

No.	Tanggal	Keterangan	T. Tangan Pembimbing
1	13 Sept 2012	Mechanical desain Alat-alat berat I	
2	20 Sept 2012	Mech. desain Alat-alat berat II	
3	27 Sept 2012	" " III	
4	8 Okt 2012	" " IV	
5	25 Okt 2012	Utilitas I	
6	1 Nov 2012	II	
7	12 Nov 2012	Perhitungan Ekonomi	
8	29 Nov 2012	Penyusunan Naskah BAB I & II	
9	10 Des 2012	" " BAB III	
10	27 Des 2012	" " BAB IV & V	
11	12 Jan 2013	" " Kesimpulan	
12.	7 Mar 2013	Gambar PFD	

Pembimbing I

(Agus Taufik, Ir., M.Sc)

Pembimbing II

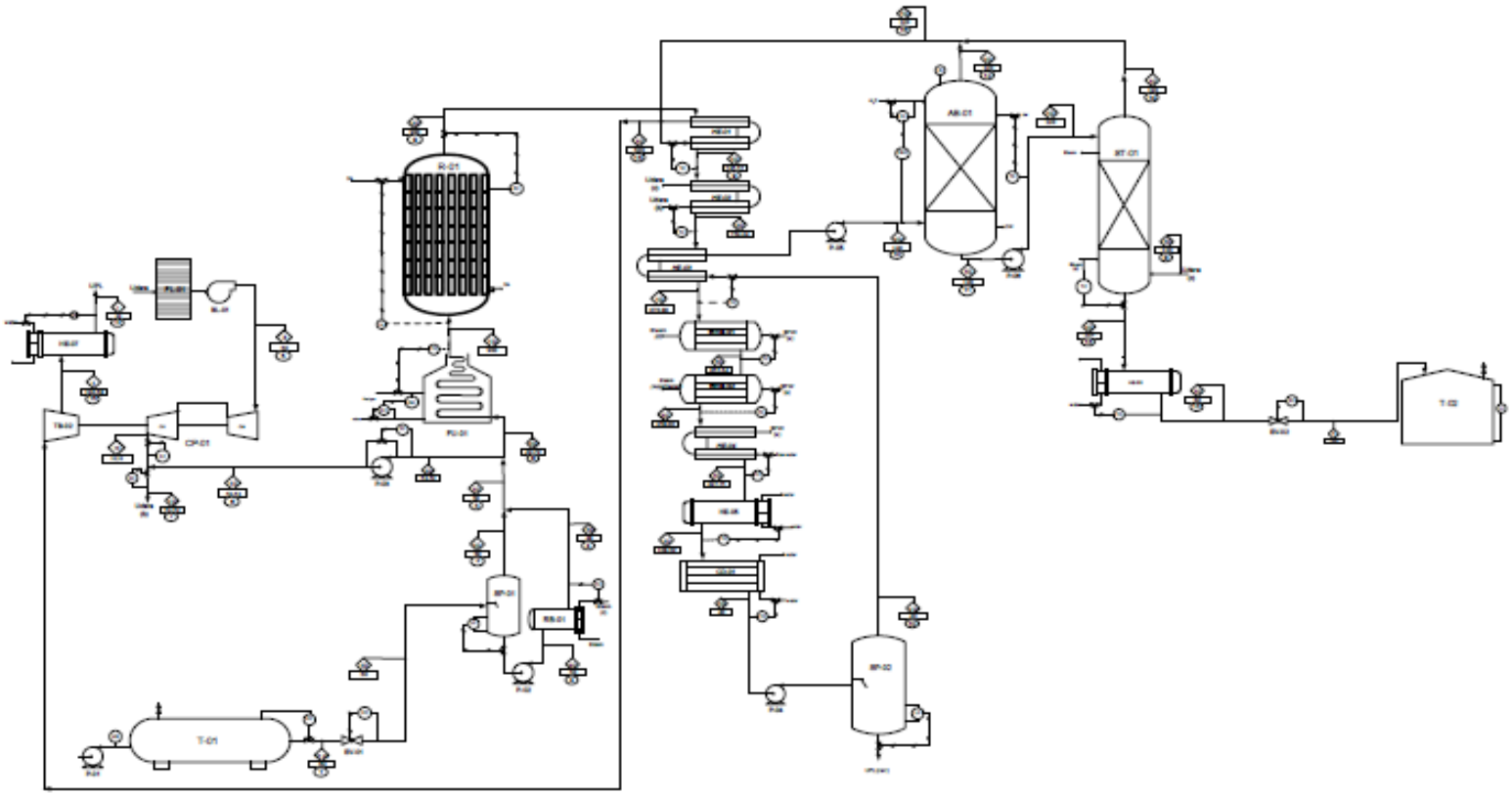
(Asiaty Zulkarna, S.T., M.Eng)

Tanda Tangan Mahasiswa

(Ahmad Jami Mubarok)

* NB. Blangko Ini Sebagai Syarat Pendadaran. *

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIAK DAN UDARA
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



Aruss / Komponen	dalam kg/jam														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
O2					7794.9888	6284.8082	1550.9726	6204.0882	2220.2419	2214.1195		779.9737		1550.9726	2330.9463
N2					25224.6556	20179.6953	5044.9603	20178.6953	20079.6953	20025.2311		28125.2311		5044.9603	25170.1914
H2O	8.7909	8.5886	8.7589	0.5369				8.7909	7697.7939		1761.8575		1766.4648		
NO								1727.6358	2983.8258	2986.7258		1077.8256			1077.8256
NH3	1727.6358	1656.5240	1727.6358	73.1118					34.5358	32.1267		31.1267			31.1267
NO2											420.4867	119.1137	3.4566	417.8581	536.3438
HNO3											3251.9887		3280.5746		
Jumlah	1736.5867	1662.9046	1736.3867	73.4821	32979.6364	26383.3035	6595.9329	28128.0902	28128.0903	25358.2838	5434.3049	22133.2788	5050.4961	7012.9630	29146.2338

KETERANGAN GAMBAR

FC	*Flow Controller*	BL	Blower
LC	*Level Controller*	CP	Kompresor
PC	*Pressure Controller*	CD	Kondensor
TC	*Temperature Controller*	EV	Evaporator Falve
LI	*Level Indicator*	FU	Furnace
PI	*Pressure Indicator*	RB	Reboiler
FR	*Flow Recorder*	HE	Heat Exchanger
VR	*Volume Recorder*	AB	Absorber
FRC	*Flow Ratio Controller*	P	Pompa
	Nomor aruss	R	Reaktor
	Temperatur, °C	ST	Stripper
	Tekanan, atm	SP	Separator
	Sinyal listrik	T	Tangki Penyimpan
	Sinyal pneumatik	FL	Filter
		WHB	Waste Heat Boiler

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIA DAN UDARA
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Disetujui oleh:
1. AHMAD JAMI MUBAROK (08 521 001)
2. WAYU SETIAJI (08 521 018)

Dosen pembimbing:
1. Ir. AGUS TAUFIQ, M.Sc
2. ARIANY ZULKANIA, ST., M.Eng