

TUGAS AKHIR
PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI NATRIUM NITRAT
DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 7000 TON/TAHUN



Disusun oleh:

AHMAD SULAIMAN

18242011002

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP
2022

PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : **Ahmad Sulaiman**
NIM : 18242011002
Judul : Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Natrium Nitrat dan Asam Sulfat
Kapasitas 7000 Ton Per Tahun

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

Rabu, 26 Oktober 2022

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S.1) Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1

Arnesya Ramadhani, S.T., M.T.
NIDN. 0627019601

Penguji 2

Christian Soolany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

Pembimbing 1/Ketua Sidang

Siti Khuzaimah, ST., M.Pd.
NIDN. 0622078605

Pembimbing 2/Sekretaris Sidang

Norma Eralita, M.Pd.
NIDN. 0630019003

Cilacap, 27 Oktober 2022
Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Industri

Christian Soolany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Ahmad Sulaiman

NIM : 18242011002

Program Study : Teknik Kimia

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan plagiat karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Apabila terbukti/dibuktikan bahwa skripsi ini adalah hasil plagiat, saya bersedia bertanggung jawab mendapatkan sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Cilacap, 17 Oktober 2022

Yang bertanda tangan di bawah ini


METERAI
TEMPEL
EB7ECAKX049237423
Ahmad Sulaiman

NIM 18242011002

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap, saya yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Ahmad Sulaiman

NIM : 18242011002

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknologi Industri

Jenis Karya : Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) hak royalti non eksklusif atas tugas akhir pra rancangan pabrik saya yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Natrium Nitrat dan Asam Sulfat Kapasitas 7000 Ton Per Tahun” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Adanya hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) berhak menyimpan, mengelola, dalam bentuk data base, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada unsur paksa dari pihak lain.

Cilacap, 17 Oktober 2022

Yang menyatakan


Ahmad Sulaiman

NIM 18242011002

MOTTO

فإنّ مع العسر يسرا (5) إنّ مع العسر يسرا (6)

**“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan (5) sesungguhnya
bersama kesulitan ada kemudahan (6)”**

Q.S Al-Insyirah: 5 – 6

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil ‘alamin. Puji syukur kehadiran Allah SWT. atas berkat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan hasil karya ini. Hasil karya sederhana ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya bapak Ngasri, ibu Sopiya serta keluargaku tercinta yang telah mendukung mendoakan dan memberikan arahan dari sejak kecil hingga saat ini dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
2. Guru-guruku yang telah mendidik, memberikan motivasi dan mendoakan saya, teruntuk kepada masyayikh PP APIK Kesugihan, dan Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.
3. Teman-teman seperjuangan santri-santri PP APIK Kesugihan, Fakultas Teknologi Industri angkatan 2018 dan mahasiswa Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.
4. Teman-teman seperjuangan di organisasi PKPT IPNU IPPNU Al Ghazali Cilacap, PC IPNU IPPNU Cilacap, PR IPNU IPPNU Kalisabuk, Ikatan Remaja Masjid Al Istiqomah Dusun Mertelu,

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr, Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas rahmat, taufik, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat Dari Natrium Nitrat dan Asam Sulfat Kapasitas 7000 Ton Per Tahun. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat sarjana Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Kimia, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua saya (Bapak Ngasri dan Ibu Sopiya) yang selalu mendoakan, mendukung dan mengorbankan apa saja untuk penulis demi kelancaran pendidikan penulis.
2. Bapak KH. Drs Nasrulloh Mushson M.A, selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.
3. Bapak Christian Soolany, S.TP, M.Si, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.
4. Ibu Siti Khuzaimah, S.T., M.Pd selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap dan selaku Pembimbing 1 Tugas Akhir atas saran kritik dan arahnya.
5. Ibu Norma Eralita, M.Pd selaku Pembimbing 2.

Penulis menyadari dalam hal ini masih banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini dan saya sendiri. Dan semoga tugas akhir ini berkah dan bermanfaat. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Cilacap, Maret 2022

Penyusun


Ahmad Sulaiman

ABSTRAK

Pra rancangan pabrik asam nitrat dari natrium nitrat dan asam sulfat dengan kapasitas 7000 Ton per Tahun akan didirikan di Cikarang, Bekasi. Pabrik akan beroperasi selama 24 jam perhari dan 330 hari pertahun. Bentuk perusahaan adalah PT (Perseroan Terbatas) dengan struktur organisasi line and staff. Adapun sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan shift dan non shift. Asam nitrat mempunyai rumus molekul HNO_3 dan berat molekul 63,02 g/mol. Asam nitrat digunakan sebagai bahan obat-obatan, pewarna, serat sintesis, insektisida, fungisida, industri pupuk dan juga dapat dipakai untuk memisahkan campuran emas dan perak karena bersifat meluruhkan perah, selain itu asam nitrat dapat digunakan sebagai bahan peledak atau *trinitrotoluene* (TNT). Dalam pembuatan asam nitrat dipilih menggunakan proses retort. Proses *Retort* menggunakan bahan baku natrium nitrat (96%) dan asam sulfat (93%). Prinsip kerja pembuatan asam nitrat dari natrium nitrat dan asam sulfat ini adalah persiapan bahan baku berupa natrium nitrat (NaNO_3) dan asam sulfat (H_2SO_4), proses pembuatan asam nitrat, dan pemurnian produk. Pendirian pabrik asam nitrat ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan asam nitrat di Indonesia. Perhitungan neraca massa dan panas alat yang diperoleh tidak ada selisih massa atau energi yang masuk dan massa atau energi yang keluar, maka neraca masa berlangsung secara kontinyu, dengan kondisi neraca panas dalam keadaan setimbang dalam arti tidak ada massa dan panas yang hilang. Dari evaluasi ekonomi diperoleh, modal awal keseluruhan Rp 129.944.139.915, keuntungan yang didapatkan setiap tahun sebelum pajak Rp. 71.209.065.938 dan keuntungan yang diperoleh setelah pajak Rp 49.846.346.157 dengan pajak sebesar (30%) modal kembali 6,2 tahun.

Kata kunci : *Asam nitrat, Natrium nitrat, Asam sulfat*

ABSTRACT

Pre-designed nitric acid plant of sodium nitrate and sulfuric acid with a capacity of 7000 tons per year will be established in Cikarang, Bekasi. The plant will operate for 24 hours per day and 330 days per year. The form of the company is a PT (Limited Liability Company) with a line and staff organizational structure. The employee work system is based on the division of working hours consisting of shift and non-shift employees. Nitric acid has the molecular formula HNO_3 and a molecular weight of 63.02 g/mol. Nitric acid is used as a material for medicines, dyes, synthetic fibers, insecticides, fungicides, fertilizer industry and can also be used to separate a mixture of gold and silver because it is dairy-shedding, besides nitric acid can be used as an explosive or *trinitrotoluene* (TNT). In the manufacture of nitric acid is selected using the retort process. The *Retort* process uses raw materials of sodium nitrate (96%) and sulfuric acid (93%). The working principle of making nitric acid from sodium nitrate and sulfuric acid is the preparation of raw materials in the form of sodium nitrate (NaNO_3) and sulfuric acid (H_2SO_4), the process of making nitric acid, and refining products. The establishment of this nitric acid plant aims to meet the needs of nitric acid in Indonesia. The calculation of the balance of mass and heat of the tool obtained there is no difference in mass or energy entering and mass or energy coming out, then the balance of time takes place continuously, with the condition that the heat is in an equilibrium state in the sense that no mass and heat are lost. From the economic evaluation obtained, the overall initial capital of Rp. 129,944,139,915, the amount obtained annually before tax is Rp. 71,209,065,938 and the profit obtained after tax is Rp. 49,846,346,157 with a tax of (30%) modal back 6.2 years.

Keywords : *Nitric acid, Sodium nitrate, Sulfuric acid*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Tinjauan pustaka	3
1.4 Pemilihan Proses	3
1.5 Kapasitas Pabrik.....	5
1.6 Pemilihan Lokasi Pabrik	7
1.6.1 Faktor utama.....	7
1.6.2 Faktor pendukung	9
BAB II URAIAN PROSES	10
2.1 Deskripsi proses	10
2.1.1 Persiapan bahan baku	10
2.1.2 Proses	10

2.1.3	Pemisahan dan pemurnian produk	10
BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK		12
3.1	Bahan baku	12
3.1.1	Natrium nitrat	12
3.1.2	Asam sulfat	12
3.2	Hasil umum	13
3.2.1	Asam nitrat	13
3.3	Hasil samping	13
3.3.1	Natrium bisulfat	13
BAB IV DIAGRAM ALIR		15
4.1	Diagram Alir Kualitatif	15
4.2	Diagram kuantitatif	16
BAB V NERACA MASSA		17
5.1	Neraca Massa Keseluruhan	17
2.1.4	Neraca Massa Keseluruhan Reaktor	18
2.1.5	Neraca Massa Keseluruhan Condensor	19
2.1.6	Neraca Massa Keseluruhan Separator	22
2.1.7	Neraca Massa Keseluruhan Absorber	22
5.2	Neraca Massa Kapasitas	25
5.2.1	Neraca Massa Kapasitas Reaktor	25
5.2.2	Neraca Massa Kapasitas Condensor	25
5.2.3	Neraca Massa Kapasitas Separator	25
5.2.4	Neraca Massa Kapasitas Absorber	26
BAB VI NERACA PANAS		27
6.1	Neraca Panas Reaktor	27

6.2 Neraca Panas Condensor.....	31
6.3 Neraca Panas Separator.....	34
6.4 Neraca Panas Absorber	36
BAB VII SPESIFIKASI PERALATAN	43
7.1 Spesifikasi alat proses	43
7.1.1 Reaktor (R-01)	43
7.1.2 Kondensor (CD-01).....	44
7.1.3 Separator (S-01)	44
7.1.4 Absorber (AB-01)	45
7.2 Spesifikasi alat utilitas	46
7.2.1 Silo / tempat penyimpanan natrium nitrat (G-01).....	46
7.2.2 Silo natrium bisulfat (G-02).....	47
7.2.3 Tangki penyimpanan bahan baku asam sulfat (T-01).....	47
7.2.4 Tempat penyimpanan produk asam nitrat (T-02)	48
7.2.5 Pompa -01 (P-01)	49
7.2.6 Pompa -02 (P-02)	49
7.2.7 Screw Conveyor (SC)	50
7.2.8 Head exchanger (HE-01).....	51
7.2.9 Crystallizer (CR)	53
7.2.10 Blower (BL-01).....	54
7.2.11 Waste Heat Boiler (WHB-01).....	54
BAB VIII UNIT UTILITAS	56
8.1 Unit penyediaan air	56
8.1.1 Air pendingin	56
8.1.2 Air boiler	56

8.1.3	Air proses	57
8.1.4	Air sanitasi	57
8.1.5	Unit pengolahan air	58
8.1.6	Kebutuhan air	60
8.2	Unit penyediaan steam (<i>steam generation system</i>)	62
8.3	Unit pembangkit listrik	62
8.4	Unit penyedia bahan bakar	63
8.5	Unit penyedia udara tekan.....	64
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK		65
9.1	Lokasi pabrik.....	65
9.2	Tata letak pabrik.....	65
9.4	Tata letak proses.....	70
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN.....		73
10.1	Bentuk perusahaan	73
10.2	Struktur organisasi	73
10.3	Tugas dan Wewenang	76
10.4	Tenaga kerja	80
10.4.1	Jam Kerja Karyawan	80
10.4.2	Hari kerja karyawan	81
10.4.3	Sistem Gaji Karyawan.....	82
BAB XI ANALISA EKONOMI		85
11.1	Fungsi perusahaan.....	85
11.2	Biaya pembuatan.....	85
11.3	Dasar perhitungan	87
11.3.1	Capital investement.....	88

11.3.2	Manufacturing cost.....	88
11.3.3	General expense	89
11.4	Analisa kelayakan	89
11.5	Perhitungan	91
BAB XII KESIMPULAN.....		96
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN.....		99

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rating Pemilihan Proses	5
Tabel 1. 2 Data impor asam nitrat beberapa tahun terakhir	5
Tabel 1. 3 Rating Penentuan Lokasi Pabrik	7
Tabel 5. 1 Neraca massa keseluruhan reaktor	19
Tabel 5. 2 neraca massa keseluruhan kondensor	21
Tabel 5. 3 Neraca Massa Keseluruhan Separator.....	22
Tabel 5. 4 Neraca Massa Keseluruhan Absorber	24
Tabel 5. 5 Neraca Massa Kapasitas Reaktor	25
Tabel 5. 6 Neraca Massa Kapasitas Condensor	25
Tabel 5. 7 Neraca Massa Kapasitas Separator	25
Tabel 5. 8 Neraca Massa Kapasitas Absorber.....	26
Tabel 6. 1 neraca panas reaktor	31
Tabel 6. 2 Neraca panas condensor.....	33
Tabel 6. 3 Neraca Panas Separator.....	36
Tabel 6. 4 Neraca Panas Absorber	41
Tabel 8. 1 kebutuhan air pendingin.....	60
Tabel 8. 2 kebutuhan air proses	61
Tabel 8. 3 Kebutuhan Air Keperluan Domestik.....	61
Tabel 8. 4 Perincian Luas Tanah.....	70
Tabel 10. 1 Jadwal Kerja Karyawan Shift	81
Tabel 10. 2 Gaji Karyawan	82
Tabel 11. 1 Harga Chemical Engineering Plant Cost Index	86
Tabel 11. 2 Kurs Mata Uang Tahun 2017-2022	88
Tabel 11. 3 Total Biaya Produksi.....	92
Tabel 11. 4 Modal Pinjaman Selama Konstruksi.....	92
Tabel 11. 5 Modal Sendiri Selama Konstruksi	92
Tabel 11. 6 Laju Pengembalian Modal	93
Tabel 11. 7 Cumulative Cash Flow.....	93
Tabel 11. 8 Biaya Fc, Vc, Svc, Dan S.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 grafik impor asam nitrat beberapa tahun terakhir	6
Gambar 1. 2 Rencana lokasi pabrik asam nitrat.....	9
Gambar 4. 1 Diagram Alir Kualitatif	15
Gambar 4. 2 Diagram Alir Kuantitatif	16
Gambar 8. 1 siklus rankine pada pembangkit listrik.....	63
Gambar 9. 1 tata letak pabrik (skala 1:1000)	68
Gambar 9. 2 tata letak alat proses (skala 1:1000)	69
Gambar 10. 1 Struktur Organisasi Perusahaan	75
Gambar 11. 1 Grafik <i>Chemical Engineering Plant</i> 2010-2021	87
Gambar 11. 2 diagram BEP	95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komponen utama dalam pembangunan ekonomi Indonesia mengacu pada sektor industri. Selain itu sektor industri dapat memberikan pengaruh pada ekonomi yang besar melalui nilai tambah, lapangan kerja, dan devisa bagi negara. Sektor industri juga mampu memberikan kontribusi yang besar dalam transformasi kultural bangsa ke arah modernisasi kehidupan masyarakat yang menunjang pembentukan daya saing nasional (Sudariyanto. 2010).

Perjalanan sektor industri di Indonesia dalam menerapkan teknologi 4.0 menorehkan beberapa catatan penting yang akan melandasi perkembangan industri selanjutnya. Di sektor kimia, farmasi, dan tekstil, sejumlah perusahaan telah mengimplementasikan industri 4.0 yang memungkinkan efisiensi dan peningkatan daya saing (Kemenperin. 2021). Indonesia diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara maju dalam hal industri kimia. Asam nitrat menjadi salah satu bahan kimia yang dibutuhkan di industri kimia.

Asam nitrat mempunyai nama lain dengan sebutan aqua fortis, asam azotik, hidrogen nitrat, atau nitril oksida yaitu senyawa kimia yang paling penting di industri kimia. Asam nitrat memiliki rumus kimia HNO_3 dengan berat molekul 63,02 g/mol. Asam nitrat mudah larut dalam air dan saat bereaksi dapat menimbulkan panas. Untuk pertama kali asam nitrat dibuat pada tahun 1908 di Bochum, Jerman oleh Ostwald yang mana asam nitrat dibuat dari oksidasi katalitik antara ammonia dengan udara. Sifatnya yang merupakan asam kuat dan zat pengoksidasi yang kuat, juga mampu untuk nitrat organik, asam nitrat penting dalam produksi bahan-bahan kimia (seperti obat-obatan, pewarna, serat sintesis, insektisida, dan fungisida), sebagian besar asam nitrat dipakai dalam produksi amonium nitrat untuk industri pupuk (Othmer, 1962). Asam nitrat juga dapat dipakai untuk memisahkan campuran emas dan perak karena bersifat meluruhkan perah, selain itu asam nitrat dapat digunakan sebagai bahan peledak atau *trinitrotoluene* (TNT) (rizal f, 2021).

Konsentrasi asam nitrat yang tersedia secara komersial berkisar dari 52% hingga 68%. Produksi asam nitrat didasarkan pada proses oswald. Menurut data

impor badan pusat statistik (BPS) dari tahun 2012 - 2016, meningkat sebesar 0,12%. Namun, Indonesia masih harus mengimpor asam nitrat dari luar negeri karena kebutuhan asam nitrat dalam negeri tidak terpenuhi. Di Indonesia masih sedikit industri yang dapat mengeksport asam nitrat, sedangkan asam nitrat saat ini terus meningkat.

Di Indonesia, pabrik asam nitrat yang telah berdiri adalah PT. Multi Nitrotama Kimia. Pabrik ini dibangun pada tahun 1989 dan beroperasi pada tahun 1990 ini didirikan untuk memanfaatkan bahan baku berupa amoniak dari PT Pupuk Kujang dengan menghasilkan amonium nitrat. Amonium nitrat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bahan peledak. Sasaran konsumennya adalah industri-industri pertambangan dan konstruksi. Pabrik ini juga memproduksi asam nitrat dengan kapasitas 55.000 ton per tahun dan amonium nitrat 33.000 ton per tahun. Pabrik ini mendirikan cabang pada 23 januari 2012 dengan kapasitas produksi 100.000 MT/ton per tahun (kick.co.id).

Berdasarkan data yang bersumber dari badan pusat statistika kebutuhan asam nitrat di Indonesia ini dinilai belum mencukupi kebutuhan dalam negeri sebagai bahan baku pupuk dan tekstil, maka dari itu dengan dibangunnya pabrik asam nitrat ini berharap dapat mengurangi kecenderungan pada impor serta dapat membuka peluang ekspor Indonesia yang lebih besar selain digunakan untuk kebutuhan dalam negeri.

1.2 Tujuan

Tujuan pendirian pabrik asam nitrat dari natrium nitrat dan asam sulfat yang akan didirikan adalah sebagai berikut:

1. Memenuhi kebutuhan asam nitrat di Indonesia yang setiap tahunnya meningkat.
2. Mengurangi ketergantungan impor asam nitrat.
3. Mendukung berkembangnya industri dan pabrik yang menggunakan bahan baku asam nitrat
4. Mensejahterahkan rakyat dengan membuka lapangan kerja baru sehingga mengurangi pengangguran.
5. Menghemat dan mengurangi devisa negara.

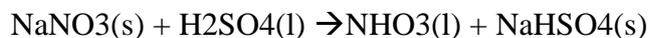
1.3 Tinjauan pustaka

Asam nitrat adalah asam yang kuat, yang dapat dengan mudah bereaksi dengan alkali dan oksida untuk menghasilkan garam. Asam nitrat memiliki rumus HNO_3 . Asam ini sukar untuk diproduksi menjadi cairan murni karena cenderung terurai menjadi nitrogen oksida. (Martyn and David, 1989).

Asam nitrat memiliki dua jenis hidrat mengkristal yang diperoleh dari larutan asam nitrat. Dua hidrat itu adalah monohidrat dengan rumus $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ yang mempunyai konsentrasi sebesar 77,77°C dan titik didih 37,62°C. Pada trihidratnya asam ini memiliki rumus kimia $\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi sebesar 53,83% berat dan memiliki titik didih 18,47°C (kirk and othmer,1982).

Secara komersial, asam nitrat paling sering diproduksi melalui proses oksidasi menggunakan amonia sebagai komposisi dengan konsentrasi 96% dapat diolah dengan metode retort dan metode difusi, dari hasil proses tersebut didapatkan asam nitrat dan natrium bisulfat. (Faith dkk, 1975).

Asam nitrat dapat dibuat dengan proses difusi, karena bahan bakunya berwujud padat cair. komposisi natrium nitrat (99,2%) dan asam sulfat (98%) diproses pada suhu 150°C, selama ± 2 jam.



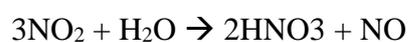
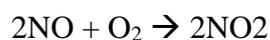
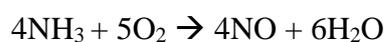
Asam nitrat yang diperoleh dipakai untuk industri pupuk, plastik, nitro organik, adapun hasil sampingnya berupa natrium bisulfat dapat dipakai pada industri baja (AB Sahaq dkk, 2015).

1.4 Pemilihan Proses

Ada beberapa macam proses pembuatan asam nitrat antara lain:

a. Proses oksidasi

Dalam proses ini udara dikompresi hingga 100 psi, lalu disaring dan dipanaskan hingga suhu 300°C menggunakan alat penukar panas. Amonia diuapkan dalam evaporator dan tercampur dengan udara terkompresi. Proses oksidasi antara amonia dan udara berlangsung didalam reaktor dengan reaksi sebagai berikut:



Campuran yang terdiri dari udara dan amonia ditempatkan dalam reaktor dengan katalis platinum 2-10%.Reaktor menghasilkan nitrogen oksida (NO) dan udara, yang kemudian bereaksi dengan oksigen membentuk asam nitrat dengan konsentrasi 60-65% (Faith. dkk., 1961).

b. Proses Retort

Metode retort menggunakan komposisi natrium nitrat (96%) dan asam sulfat (93%). Reaksi eksotermik antara natrium nitrat dan asam sulfat terjadi di dalam reaktor.

Reaksi yang terjadi:



Aktivitas berlangsung sekitar 12 jam pada suhu 150-200°C. Selama proses berlangsung, asam nitrat terurai karena panas reaksi, sehingga suhu reaktor harus dijaga. Asam nitrat menguap pada suhu 110-130 °C dan melewati kondensor parsial. Gas dan embun yang dihasilkan dipisahkan dengan separator untuk menghasilkan asam nitrat dengan konsentrasi 90-98% (Faith et al., 1961).

Gas yang tidak dapat terkondensasi berkisar antara 10-12 l asam nitrat dari reaktor. Gas yang tidak terkondensasi diserap oleh air di absorber. Hasil absorber cair menunjukkan kandungan asam nitrat 60 hingga 80%. produk samping reaktor adalah campuran natrium bisulfat (NaHSO₄) dan bahan yang tidak bereaksi yang disebut kue nitrat. Kue nitrat dapat digunakan dalam industri baja dan juga dapat digunakan sebagai sumber asam klorida dengan mereaksikannya dengan garam natrium klorida (Faith et al, 1961).

Rating perbandingan scor untuk kedua proses diatas sebagai berikut.

Tabel 1. 1 Rating Pemilihan Proses

penentuan	proses	
	oksidasi	retort
a. Bahan baku	amoniak, udara	natrium nitrat, asam sulfat
b. Bahan tambahan	katalis platina	-
c. Produk samping	-	natrium bisulfat
d. Kemurnian	60-65%	90-98%
e. Fase	cair-gas	padat-cair
f. Suhu operasi	300°C	150°C
g. Konversi	95%	97%
h. Dampak lingkungan	gas NO yang dapat menimbulkan polusi udara	limbah NO di proses dalam absorber diserap oleh air

Dari beberapa proses produksi asam nitrat di atas, penulis memutuskan memilih proses retort dengan mempertimbangkan beberapa hal berikut:

- Asam nitrat yang diperoleh memiliki persentase yaitu 90-98% %
- produk samping yang didapatkan berupa NaHSO_4 masih dapat dipakai pada proses industri lainnya.

1.5 Kapasitas Pabrik

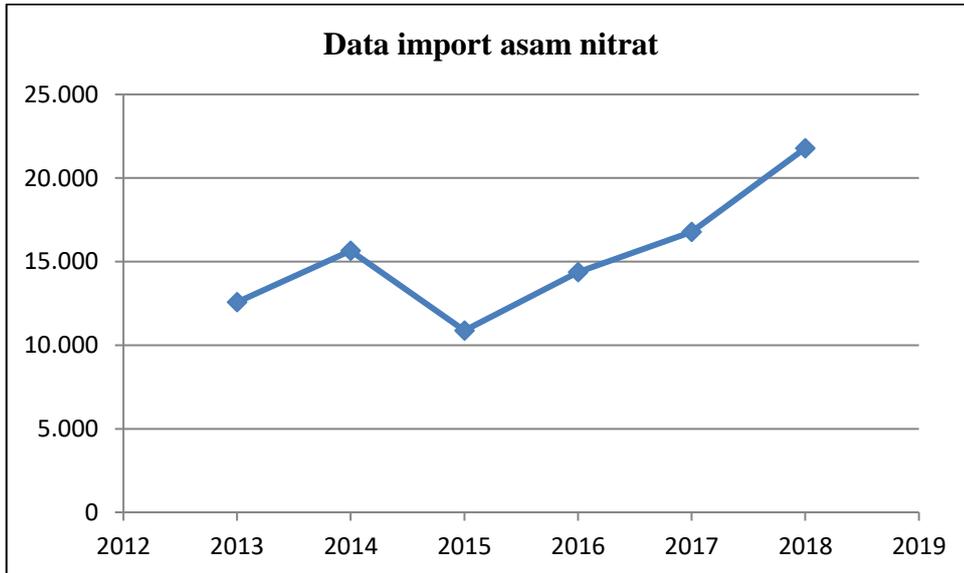
Menentukan kapasitas pabrik asam nitrat ini mengacu pada kebutuhan asam nitrat yang ada di Indonesia. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan berdasarkan biaya konsumsi tahunan, dengan mempertimbangkan perkembangan industri pada periode yang akan datang. Data impor perdagangan asam nitrat dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1. 2 Data impor asam nitrat beberapa tahun terakhir

Tahun	Jumlah (ton)	Persen pertumbuhan (%)
2013	12.568,111	-
2014	15.657,478	0,197309
2015	10.875,404	-0,439714

2016	14.365,929	0,242972
2017	16.775,085	0,143615
2018	21.785,037	0,229972
Rata-rata kenaikan		0,074831

(Badan Pusat Statistik, 2018)



Gambar 1. 1 grafik impor asam nitrat beberapa tahun terakhir

Pabrik ini direncanakan dibangun pada tahun 2024. Dalam prngolahan ini, data yang dipakai yaitu data impor dari tahun 2013-2018, sehingga pertimbangan konsumsi asam nitrat pada tahun 2024 dapat dihitung sesuai dengan rumus berikut:

$$F = F_0 ((1+i)^n)$$

Dengan:

F = Perkiraan kebutuhan asam nitrat pada tahun 2024 (ton)

F₀ = Kebutuhan asam nitrat pada tahun 2018 (ton)

i = rata-rata kenaikan

n = Selisih waktu (tahun)

(Peter & Timmerhaus, 2003)

Perhitungan:

$$F = 21.785,037 ((1 + 0,074831)^6)$$

$$F = 21.785,037 (1,541846)$$

$$F = 33.589,18$$

$$F = 33.589,18 \text{ (ton)}$$

$$F20\% = 33.589,18 = 6.717,836 \text{ ton atau } 7000 \text{ ton}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan asam nitrat pada tahun 2024 sebesar 33.589,18 ton. Rencana produksi asam nitrat yang akan kami dirikan sebesar 20% dari hasil perhitungan kebutuhan 2024 yaitu 7000 ton per tahun dengan operasi 24 dalam sehari atau 330 hari per tahun.

1.6 Pemilihan Lokasi Pabrik

Menentukan lokasi pabrik adalah salah satu dari faktor kesuksesan sebuah pabrik. Menentukan area yang cocok, efisien serta dapat memberikan keuntungan disebabkan oleh beberapa faktor, sehingga untuk menentukan lokasi butuh adanya perkiraan yang matang. Lokasi sebuah pabrik sangat mempengaruhi posisinya dalam persaingan dan menentukan kelangsungan pendiriannya. Lokasi pendirian pabrik asam nitrat ini dipilih berdasarkan parameter penentuan lokasi pabrik menggunakan metode *factor rating* dengan cara membandingkan dua lokasi lokasi 1 di Cikarang, Bekasi, lokasi ke 2 di Banjar Masin, Kalimantan Selatan.

Tabel 1. 3 Rating Penentuan Lokasi Pabrik

faktor	bobot	lokasi 1		lokasi 2	
		nilai (%)	B x N	nilai (%)	B x N
pasar	25	80	20	100	25
bahan baku	20	100	20	60	12
tenaga kerja	20	80	16	100	20
listrik	15	100	15	80	12
telepon	10	90	9	50	5
transportasi	5	100	5	80	4
perluasan	5	60	3	100	5
jumlah			88		83

Dari tabel penentuan rating lokasi di atas dapat disimpulkan bahwa lokasi berdirinya pabrik asam nitrat akan didirikan di Cikarang, Bekasi.

1.6.1 Faktor utama

a. Penyediaan bahan baku

Memposisikan pabrik yang dekat dengan kebutuhan bahan baku dapat dengan mudah untuk bahan baku menuju lokasi serta menghemat biaya kendaraan. komposisi berupa asam sulfat di dapatkan dari PT.

Indonesian Acids Industry, Bekasi dan komposisi natrium nitrat didapatkan di PT. Nitrotama Kimia, Cikampek.

b. Daerah pemasaran

Posisi pemasaran harus dekat pada konsumen yang membutuhkan bahan baku asam nitrat. Kita tahu bahwa asam nitrat merupakan bahan baku industri pupuk buatan, serat sintesis, plastik dan lain-lain. Dengan berdirinya pabrik asam nitrat di Bekasi dapat memenuhi kebutuhan konsumen serta membuka peluang berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan baku.

c. Karyawan

Suatu pabrik tidak akan berjalan tanpa adanya karyawan. Untuk membangun suatu pabrik perlu mempunyai posisi yang strategis pada daerah yang banyak membutuhkan tenaga kerja, mulai dari sarjana hingga pekerja buruh. Dengan berdirinya pabrik asam nitrat ini diharapkan bisa membuka lapangan kerja dan mampu meminimalisir tingkat pengangguran di Indonesia.

d. Penyediaan air

Aktivitas pada industri membutuhkan air yang tidak sedikit, air tersebut digunakan sebagai air pendinginan, air proses serta untuk kebutuhan sehari-hari.

e. Sarana transportasi

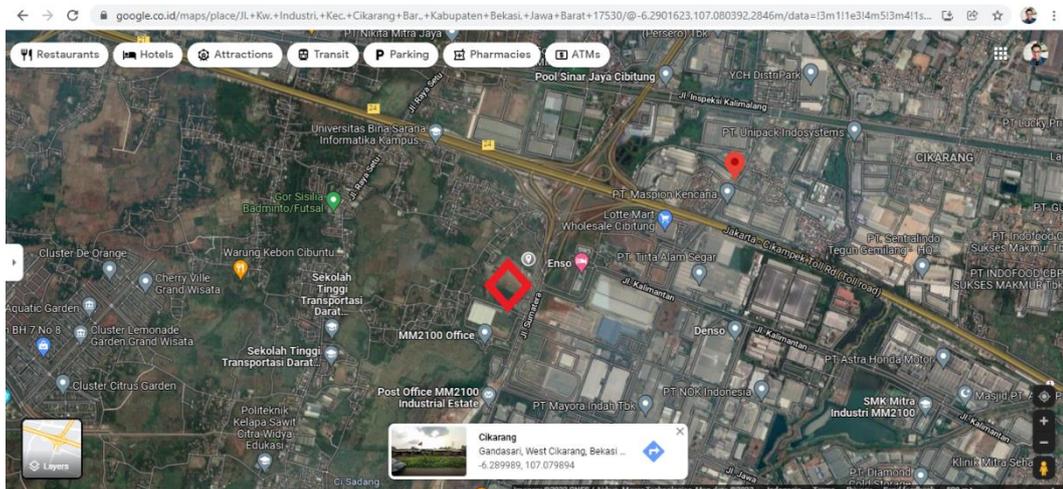
Pemilihan lokasi pabrik selain dekat dengan pusat bahan baku, juga mempermudah pemasaran karena areanya dekat dengan kawasan industri, serta penempatannya yang dekat dari pelabuhan tanjung priuk dapat lebih mudah mengatasi bahan baku.

f. Utilitas

Kebutuhan akan utilitas suatu pabrik ini meliputi kebutuhan listrik dan kebutuhan air. Kebutuhan listrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), dan generator sebagai cadangan jika PLN terjadi kendala secara tiba-tiba, untuk air diperoleh dari PDAM cabang cikarang selatan dan sungai kalimalang, Bekasi.

g. Geografis lokasi pabrik

Topografi wilayah perkotaan Cikarang rata-rata berada pada ketinggian 0-25 meter di atas permukaan laut. Bagian Utara memiliki rata-rata ketinggian 11-16 meter di atas permukaan laut seperti Kecamatan Cikarang Utara, sedangkan Bagian Selatan memiliki rata-rata ketinggian 15 meter di atas permukaan laut. Dilihat dari kemiringan tanahnya, sebagian besar wilayah perkotaan Cikarang mempunyai tingkat kemiringan tanah yang tergolong landau yaitu sebesar $10^0 - 25^0$ (BPS, 2015). Lahan Cikarang merupakan ibukota kabupaten Bekasi dengan luas wilayah 243,8 km². Dari luas wilayah tersebut pertumbuhan fisik kota ditunjukkan oleh besarnya kawasan terbangun kota.



Gambar 1. 2 Rencana lokasi pabrik asam nitrat

1.6.2 Faktor pendukung

Dalam mendirikan sebuah pabrik selain faktor utama dalam memilih lokasi juga diperlukan faktor pendukung bebas mempengaruhi berjalannya industri tersebut. Faktor-faktor pendukung lokasi pabrik meliputi:

a. Harga tanah

Mendirikan pabrik tidak lepas dengan adanya lokasi, dari lokasi itu kita perlu mengetahui berapa besar harga tanah di lokasi tersebut. Di Cikarang harga tanah khususnya di kawasan industri relatif sedang, dilansir dari rumah.com harga tanah di Cikarang berkisar Rp. 150.000 / m².

BAB II

URAIAN PROSES

2.1 Deskripsi proses

Proses pembuatan asam nitrat dari natrium nitrat dan asam sulfat memiliki beberapa tahap yaitu:

1. Persiapan bahan baku
2. Proses
3. Tahap pemisahan dan Pemurnian produk

2.1.1 Persiapan bahan baku

Dari gudang penyimpanan (G-01) natrium nitrat padat dengan wujud serbuk butiran dialirkan dengan sistem conveyor (SC) untuk diumpankan ke dalam reaktor (R-01). Asam sulfat 93% dipompa dan ditampung ke mixer (M-01) untuk diencerkan terlebih dahulu kemudian dilewatkan pemanas head exchanger (HE-01) untuk dipanaskan dari 35°C menjadi 60°C kemudian diumpankan ke dalam reactor (R-01).

2.1.2 Proses

Pemanasan reaktor menggunakan saturated steam waste head boiler (WHB-01) secara isothermal pada suhu 200°F. Natrium nitrat dan asam sulfat bereaksi didalam reactor (R-01) pada suhu 150°C selama 12 jam. Konversi reaksi natrium nitrat sebesar 97%. Hasil reaksi dari reaktor berwujud gas dan hasil samping berupa lumpur niter cake. Niter Cake dikeluarkan dari reaktor (R-01) yang selanjutnya diumpankan ke dalam crystallizer (CR), tujuannya adalah untuk memadatkan senyawa NaHSO_4 . Di dalam crystallizer (CR) dilakukan pendinginan dengan menggunakan air pendingin agar suhu niter cake turun dari 150°C menjadi 50°C. Setelah melalui crystallizer (CR) niter cake padat selanjutnya ditampung ke dalam gudang (G-02) sebagai hasil samping pabrik.

2.1.3 Pemisahan dan pemurnian produk

Gas reaksi yang terdiri dari HNO_3 , H_2O , NO_2 dan O_2 melewati kipas (BL-01) dan didinginkan hingga 40°C oleh kondensor (CD-01). Kebanyakan HNO_3 dan H_2O mengembun, tetapi gas NO_2 dan O_2 tidak.

Hasil pendinginan di kondensor (CD-01) dikirim ke separator (S-01) untuk memisahkan gas kondensat dan non-condensable. Terdiri dari HNO_3 dan H_2O , embun adalah larutan asam nitrat pekat dengan konsentrasi hingga 96%. Larutan ini menjadi produk utama dan dimasukkan ke dalam tangki produk (T-02).

Gas yang dikeluarkan dari separator (S-01) kemudian didinginkan dengan mengarahkannya ke menara absorber (AB-01). Dalam penyerap (AB-01) air (H_2O) menyerap gas NO_2 , membentuk larutan asam nitrat. Udara ambien ditarik kedalam absorber untuk mengoksidasi gas NO yang muncul untuk membentuk gas NO_2 , dimana gas tersebut diserap kedalam air.

BAB III
SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

3.1 Bahan baku

3.1.1 Natrium nitrat

1. Sifat fisik

Rumus	=	NaNO ₃
Bentuk	=	Padat
Berat	=	84,99 g/gmol
Kemurnian	=	99% NaNO ₃ 0,8% H ₂ O
Titik lebur	=	308 ⁰ C
Titik leleh	=	380 ⁰ C

(Kirk and othmer,1978)

2. Sifat-sifat kimia

- Natrium nitrat mudah larut jika tercampur dengan gliserol dan alkohol
- Pada temperatur 1000⁰C dapat meledak

3.1.2 Asam sulfat

1) Sifat fisik

Rumus	=	H ₂ SO ₄
Bentuk	=	Cair (transparan)
Berat molekul	=	98,078 g/gmol
Kemurnian	=	98% H ₂ SO ₄ 2% H ₂ O
Densitas	=	1,833 g/ cm ³ (30 ⁰ C, 1atm)
Titik lebur	=	10,31 ⁰ C
Titik didih	=	336,85 ⁰ C
Viskositas	=	12 cp (45 ⁰ C, 1 atm)

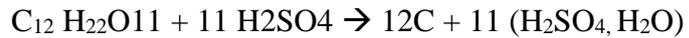
(kirk and othmer, 1978)

2) Sifat kimia

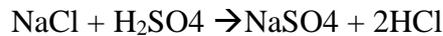
- a) Merupakan zat pengoksidasi yang kuat, adapun reaksi yang terjadi:



b) Dapat dipakai sebagai penghilang air suatu zat, reaksi yang terjadi:



c) dapat bereaksi dengan natrium klorida, reaksi yang terjadi:



3.2 Hasil umum

3.2.1 Asam nitrat

1) Sifat fisik asam nitrat

Rumus molekul = HNO_3

Bentuk = Cair ($30^{\circ}C$, 1 atm)

Titik lebur = $-42^{\circ}C$

Titik didih = $86^{\circ}C$

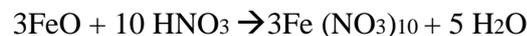
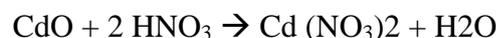
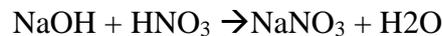
Densitas = $1,4826 \text{ g/cm}^3$ ($20^{\circ}C$, 1 atm)

Viskositas = $1,4 \text{ cp}$ ($20^{\circ}C$, 1 atm)

(Kirk and Othmer, 1978)

2) Sifat-sifat kimia (AB Sahaq, 2015)

a. Merupakan suatu zat pengionisasi yang kuat, reaksi yang terjadi:



b. Merupakan zat pengoksidasi yang kuat, reaksi yang terjadi:



c. Sebagai *nitration agent* reaksi yang terjadi:



d. Tidak stabil terhadap panas dan dapat terurai. Reaksi sebagai berikut:



3.3 Hasil samping

3.3.1 Natrium bisulfat

Sifat fisik

Rumus = $NaHSO_4$

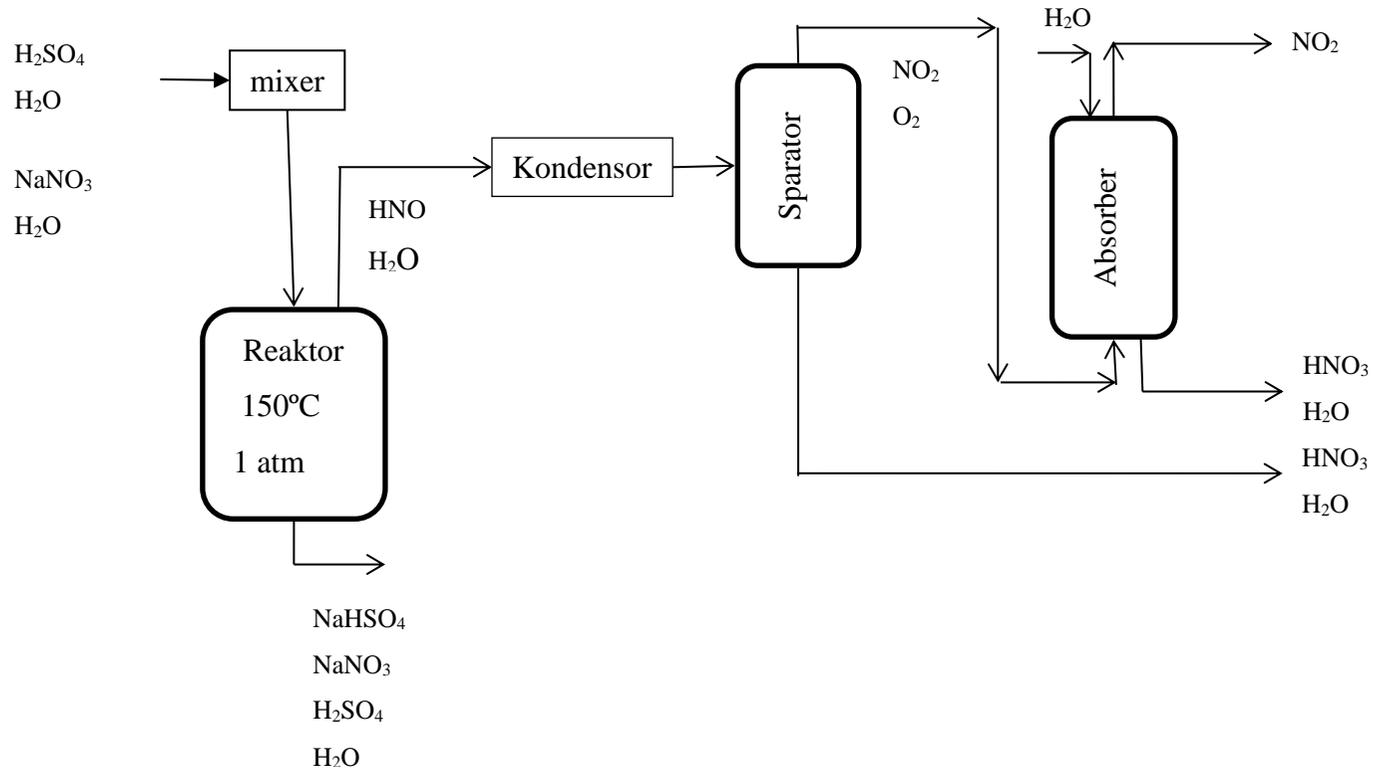
Bentuk = Padat

Berat = 120,06 g/gmol
Titik lebur = 315⁰C
Spesific gravity = 1,48
Kemurnian = 98% NaHSO₄
2% air

(Kirk dan Othmer, 1978)

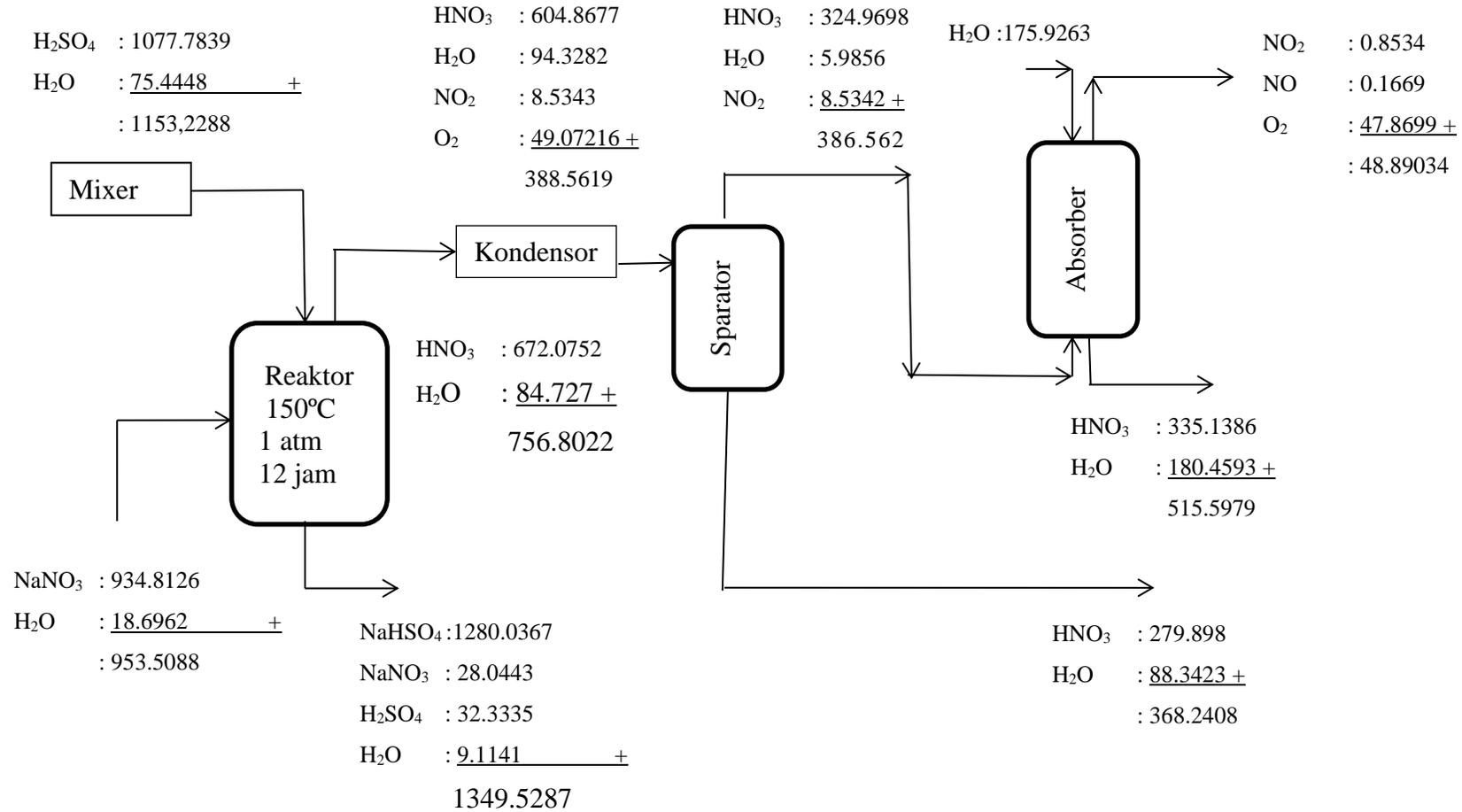
BAB IV
DIAGRAM ALIR

4.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 1 Diagram alir kualitatif

4.2 Diagram kuantitatif



Gambar 4. 2 Diagram alir kuantitatif

BAB V
NERACA MASSA

5.1 Neraca Massa Keseluruhan

Basis perhitungan neraca massa:

Kapasitas produk : 7000 ton per tahun

Diambil dalam satu tahun kerja : 330 harian kerja

1 hari kerja : 24 jam

Kapasitas produksi : 7000 ton per tahun

:7000

$$\frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

: 883,83838 kg/jam

Proses yang terjadi : kontinyu

Neraca massa tanpa reaksi:

$$\text{Akumulasi} = \text{input} - \text{output} + \text{generasi} - \text{konsumsi}$$

Diasumsikan bahwa proses dalam keadaan steady state sehingga akumulasi = 0. Karena tidak ada reaksi sehingga generasi dan konsumsi = 0, maka persamaan neraca massa menjadi:

$$0 = \text{input} - \text{output} + 0 - 0$$

$$\text{Input} = \text{output}$$

Neraca massa dengan reaksi:

$$\text{Akumulasi} = \text{input} - \text{output} + \text{gnenerasi} - \text{konsumsi}$$

Asumsi dalam keadaan stady state, sehingga akumulasi = 0 maka persamaan neraca massa menjadi:

$$0 = \text{input} - \text{output} + \text{generasi} - \text{konsumsi}$$

$$\text{Input} = \text{output} - \text{generasi} + \text{konsumsi}$$

Data berat molekul

H₂O = 18, 01528 g/mol

H₂SO₄ = 98,079 g/mol

NaNO ₃	= 84,9947 g/mol
O ₂	= 16 g/mol
HNO ₃	= 63,01 g/mol
NO ₂	= 46,0055 g/mol
NO	= 259 u
NaHSO ₄	= 120,06 g/mol

2.1.4 Neraca Massa Keseluruhan Reaktor

Komponen-kmponen dalam tangki pencampur terdiri dari H₂O, H₂SO₄, maka perhitungan neraca massanya adalah sebagai berikut:

$$\text{H}_2\text{O} = 18,01528 \text{ g/mol}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 98,079 \text{ g/mol}$$

Basis ; 100 kg NaNO₃

$$\text{Kadar NaNO}_3 = 98 \%$$

$$\text{H}_2\text{O} = 2 \text{ kg}$$

$$\text{NaNO}_3 \text{ masuk} = 100 \text{ kg} = 1,176470588 \text{ kmol}$$

Konversi 0,97

$$\text{NaNO}_3 \text{ reaksi} = 1,176470588 \times 0,97$$

$$= 1,141176471 \text{ kmol}$$

$$\text{NaNO}_3 \text{ sisa} = 1,176470588 - 1,141176471$$

$$= 0,035294118 \text{ kmol}$$

$$= 3 \text{ kg}$$



H₂SO₄ yang diumpankan ekimolar

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ masuk} = 1,176470588 \text{ kmol}$$

$$= 115,2941176 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ reaksi} = 1,141176471 \text{ kmol}$$

$$= 111,8352941 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ sisa} = 3,458823529 \text{ kg}$$

$$\text{Kadar H}_2\text{SO}_4 = 93\%$$

$$\text{H}_2\text{O dlm H}_2\text{SO}_4 = (7/100) \times 115,2941176 \text{ kg} = 8,070588235 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{NaHSO}_4 \text{ hasil} &= 1,141176471 \text{ kmol} \\
 &= 136,9297647 \text{ kg} \\
 \text{HNO}_3 \text{ hasil} &= 1,141176471 \text{ kmol} \\
 &= 71,89411765 \text{ kg} \\
 \text{H}_2\text{O total dalam reaktor} &= \text{H}_2\text{O dlm NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O dlm H}_2\text{SO}_4 \\
 &= 2 + 8,070588235 \\
 &= 10,07058824 \text{ kg} \\
 \text{Asumsi: H}_2\text{O dalam Either Cake} &= 10 \% \\
 &= 10/100 \times 10,07058824 \text{ kg} \\
 &= 1,007058824 \text{ kg} \\
 \text{H}_2\text{O keluar reaktor} &= 10,07058824 \text{ kg} - 1,007058824 \text{ kg} \\
 &= 9,063529412 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 1 Neraca massa keseluruhan reaktor

Komposisi	Masuk	Keluar	
		Ke separator	Either cake
HNO ₃		71,89411765	
NaNO ₃	100		3
H ₂ SO ₄	115,294118		3,458823529
NaHSO ₄			136,9297647
H ₂ O	10,0705882	9,063529412	1,007058824
TOTAL	225,364706	80,95764706	144,3956471
		225,367059	

2.1.5 Neraca Massa Keseluruhan Condensor

Bahan-bahan yang masuk ke dalam kondensor

Komponen	Kg	Kmol
HNO ₃	71,8941176	1,141176471
H ₂ O	9,06352941	0,503529412
		1,644705882

HNO₃ terdekomposisi

Reaksi



$$\begin{aligned}\text{Asumsi HNO}_3 \text{ terdekomposisi sebesar} &= 10 \% \\ &= 7,189411765 \text{ kg} \\ &= 0,114117647 \text{ kmol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{HNO}_3 \text{ sisa} &= \text{HNO}_3 \text{ cair} - \text{HNO}_3 \text{ terdekomposisi} \\ &= 71,8941176 \text{ kg} - 7,189411765 \text{ kg} \\ &= 64,7047 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\text{HNO}_3 \text{ reaksi} = 0,114117647 \text{ kmol}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{O} \text{ terbentuk} &= \frac{1}{2} \times 0,114117647 \text{ kmol} \\ &= 0,057058824 \text{ kmol} \\ &= 1,027058824 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NO}_2 \text{ terbentuk} &= 0,114117647 \text{ kmol} \\ &= 5,249411765 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{O}_2 \text{ terbentuk} &= \frac{1}{4} \times 0,114117647 \text{ kmol} \\ &= 0,028529412 \text{ kmol} \\ &= 0,912941176 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{O} \text{ uap} &= \text{H}_2\text{O} \text{ uap} + \text{H}_2\text{O} \text{ terbentuk} \\ &= 9,0635 + 1,27058824 \\ &= 10,09058824\end{aligned}$$

$$\text{Log } P = A + B/T + \text{Log} (T + DT + ET^2)$$

Komponen	A	B	C	D	E
----------	---	---	---	---	---

H ₂ O	29,8605	-	-	2,42E-	1,81E-
HNO ₃	71,7653	3,51E+03	7,30E+00	09	06
		-	-2,28E-07	-4,60E-	1,19E-
		4,38E+03		07	05

Tekanan operasi ditetapkan 1 atm

Suhu operasi = 95°C = 368,0638⁰K

$K = P/P_t$

$P = \text{Tekanan parsial gas} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$

$P_t = \text{Tekanan total}$

$V/L \text{ Trial} = 0,775$

Harga L trial didapatkan harga pada tabel berikut.

Komponen	Berat	Kmol	Fraksi mol	Pi	K
HNO ₃	64,7047	1,02705873	0,646906	1138,55655	1,49810072
H ₂ O	10,0906	0,56058889	0,353094	66,4458546	0,08742876
		1,58764762	1		

Komponen	Berat	$L=Fi/(VK/L+1)$	$V=Fi-Li$	BM	Cair	Uap
HNO ₃	64,7047	0,4753	0,5518	63	29,941629	34,7631
H ₂ O	10,0906	0,525	0,0356	18	9,450275	0,6403
		1,0003	0,5874		39,391904	35,4034

Tabel 5. 2 neraca massa keseluruhan kondensor

Komponen	Masuk	Keluar
HNO ₃	71,8941176	64,7047
H ₂ O	9,06352941	10,0906

O ₂		5,2494
NO ₂		0,9129
Total	80,957647	80,957647

2.1.6 Neraca Massa Keseluruhan Separator

Tabel 5. 3 Neraca Massa Keseluruhan Separator

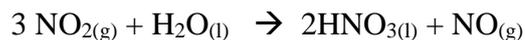
Komponen	Masuk	Keluar	
		Cair	Uap
H ₂ O	9,06352941	9,4503	0,6403
HNO ₃	71,8941176	29,9416	34,7631
O ₂			5,2494
NO ₂			0,9129
TOTAL	80,957647	39,391904	41,56575294
		80,957647	

2.1.7 Neraca Massa Keseluruhan Absorber

Komposisi bahan masuk

Komponen	Masuk	Kmol	Fraksimol
H ₂ O	0,6403	0,035572222	0,046122331
HNO ₃	34,7631	0,551795238	0,715448201
O ₂	5,2491176	0,164044118	0,212696777
NO ₂	0,91294118	0,019845647	0,025732691
TOTAL	41,5658	0,771258125	1

Reaksi 1 :



Konversi = 90%

NO₂ sisa = (100% - 90%) x XNO₂

= 10% x 0,01984655

= 0,001984655 kmol = 0,091294118 kg

H₂O berreaksi = 1/3 x 90% x XNO₂

$$= 1/3 \times 90\% \times 0,01984655 \text{ kmol}$$

$$= 0,005953964 \text{ kmol} = 0,107171355 \text{ kg}$$

$$\text{NO terbentuk} = 1/3 \times 90\% \times \text{XNO}_2$$

$$= 1/3 \times 90\% \times 0,01984655 \text{ kg}$$

$$= 0,005953964 \text{ kmol} = 0,178618926 \text{ kg}$$

$$\text{HNO}_3 \text{ terbentuk} = 2/3 \times 90\% \times \text{XNO}_2$$

$$= 2/3 \times 90\% \times 0,01984655 \text{ kmol}$$

$$= 0,011907928 \text{ kmol} = 0,750199488 \text{ kg}$$

Reaksi 2:



Konversi = 90%

$$\text{NO berreaksi} = 90\% \times 0,005953964 \text{ kmol}$$

$$= 0,005358568 \text{ kmol}$$

$$= 0,160757033 \text{ kg}$$

$$\text{NO sisa} = 0,178618926 - 0,160757033 \text{ kg}$$

$$= 0,017861893 \text{ kg}$$

$$\text{O}_2 \text{ sisa} = 0,164044118 \text{ kmol} - (3/4 \times 90\% \times 0,005953964 \text{ kmol})$$

$$= 0,160025192 \text{ kmol}$$

$$= 5,120806138 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O berreaksi} = 2/4 \times 90\% \times 0,005953964 \text{ kmol}$$

$$= 0,002679284 \text{ kmol}$$

$$= 0,04822711 \text{ kg}$$

$$\text{HNO}_3 \text{ terbentuk} = 4/4 \times 90\% \times 0,005953964 \text{ kmol}$$

$$= 0,005358568 \text{ kmol}$$

$$= 0,3375897 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O yang bereaksi} = 0,107171355 + 0,04822711$$

$$= 0,155398465 \text{ kg}$$

Jumlah HNO₃ 100% wt terbentuk dari dua reaksi diatas:

$$= 0,750199488 + 0,33758977 + 34,7631 = 35,8509 \text{ kg}$$

Jumlah H₂O yang dibutuhkan untuk membentuk HNO₃ 65% wt:

$$= 35\% / 65\% \times 35,8509 \text{ kg}$$

$$= 19,30432499 \text{ kg}$$

Jumlah H₂O total yang dibutuhkan:

$$= 19,30432499 + 0,155398465 - 0,6403$$

$$= 18,8194 \text{ kg}$$

Tabel 5. 4 Neraca Massa Keseluruhan Absorber

Komponen	Masuk		Keluar	
	Masuk	Make up	Uap	Cair
HNO ₃	34,7631			35,850889
H ₂ O	0,6403	18,81942345		19,304325
O ₂	5,24941176		5,120806138	
NO ₂	0,91294118		0,091294118	
NO			0,017861893	
TOTAL	41,5657529	18,81942345	5,229962148	55,155214
	60,38517639		60,38517639	

Accumulator

Dari hasil bawah absorber

$$\text{HNO}_3 : 35,85088926$$

$$\text{H}_2\text{O} : \underline{19,30432499} +$$

$$55,15521424$$

Hasil bawah separator

$$\text{HNO}_3 : 29,9416$$

$$\text{H}_2\text{O} : \underline{9,4503} +$$

$$: 39,391904$$

Keluar accumulator

$$\text{HNO}_3 : 64,7047 \quad + \quad 1,08778926 \quad = 65,7925 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O} : \underline{10,0906} \quad + \quad 1,4419532 \quad = 28,7546 \text{ kg}$$

_____ +

$$\text{Total} \quad = 94,5471 \text{ kg}$$

Kapasitas produksi = 7000 ton/tahun

Catatan : pabrik beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun

$$\text{Kecepatan produksi} = \frac{883,83838}{94,54711824} = 9,348126101$$

5.2 Neraca Massa Kapasitas

5.2.1 Neraca Massa Kapasitas Reaktor

Tabel 5. 5 Neraca Massa Kapasitas Reaktor

Komposisi	Masuk	Keluar	
		Ke separator	Either cake
HNO ₃	934,8126101	672,0752777	28.044387
NaNO ₃			
H ₂ SO ₄			
NaHSO ₄			
H ₂ O			
	1077,78395		32,333519
			1280,0367
	94,1411474	84,72701586	9,4141129
TOTAL	2106,73689	756,8022936	1321,95967
		2106,73689	

5.2.2 Neraca Massa Kapasitas Condensor

Tabel 5. 6 Neraca Massa Kapasitas Condensor

Komponen	Masuk	Keluar
HNO ₃	672,075277	604,86769
H ₂ O	84,7270158	94,3282
O ₂		49,07216
NO ₂		8,53429
Total	756,80229	765,80229

5.2.3 Neraca Massa Kapasitas Separator

Tabel 5. 7 Neraca Massa Kapasitas Separator

Komponen	Masuk	Keluar	
		Cair	Uap

H ₂ O	84,727033	88,3426	5,9856
HNO ₃	672,075413	279,8979	324,9699
O ₂			49,0720
NO ₂			8,5339
TOTAL	756,8022	368,2405	388,5665
		756,8022	

5.2.4 Neraca Massa Kapasitas Absorber

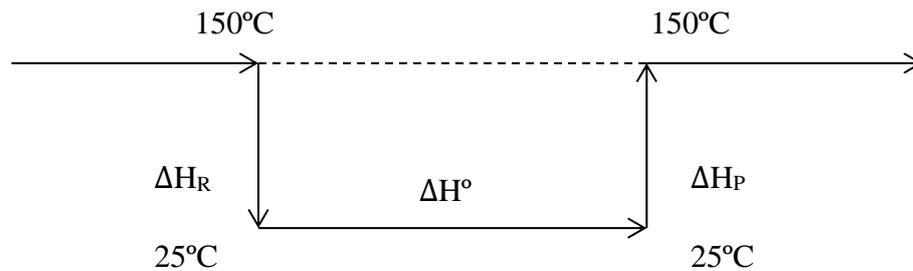
Tabel 5. 8 Neraca Massa Kapasitas Absorber

Komponen	Masuk		Keluar	
	Masuk	Make up	Uap	Cair
HNO ₃	324,969908			335,138699
H ₂ O	5,985606	175,926379		180,459301
O ₂	49,072173		47,869951	
NO ₂	8,534294		0,853429	
NO			0,166975	
TOTAL	388,561981	175,926379	48,890355	515,598
	564,4883		564,4883	

BAB VI NERACA PANAS

6.1 Neraca Panas Reaktor

Profil suhu reaksi



$$C_p \text{ NaHSO}_4 : 223,515 - 9,527 \cdot 10^{-3}T - 3,406 \cdot 10^{-5}T^2 + 1,5771 \cdot 10^{-8} T^3$$

$$C_p \text{ HNO}_3 : 214,478 - 7,676 \cdot 10^{-1}T + 1,497 \cdot 10^{-3}T^2 - 3,0208 \cdot 10^{-7} T^3$$

$$C_p \text{ H}_2\text{SO}_4 : 26,004 + 7,0337 \cdot 10^{-1}T - 1,385 \cdot 10^{-3}T^2 + 1,0324 \cdot 10^{-6} T^3$$

$$C_p \text{ H}_2\text{O} : 92,053 - 3,9953 \cdot 10^{-2}T - 2,1103 \cdot 10^{-4}T^2 + 5,3469 \cdot 10^{-7}T^3$$

Kkal /Kmol °K (C. Yaws 1984)

$$C_p \text{ NaNO}_3 : -15,5 + 1,0144T - 4,369E-3T^2 + 9,345E-6T^3 - 6,1283E-9T^4$$

$$C_p \text{ NO}_2 \text{ (g)} : 25,1165 + 4,39956E-2T - 9,61717E-6T^2 - 1,21653E-8T^3 + 5,44943E-12T^4$$

$$C_p \text{ O}_2 \text{ (g)} : 29,8832 + 1,13842E-2T + 4,33779E-5T^2 - 3,70062E-8T^3 + 1,01006E-11T^4$$

$$C_p \text{ NO (g)} : 29,7657 + 9,7605E-4T + 6,09872E-6T^2 - 3,58809E-9T^3 + 5,85308E-13T^4$$

KJ/kmol °K (Reklaitis, 1983)

a. Menentukan ΔH_1

Suhu masuk = 150°C

Suhu ref = 25°C

Komponen n	m (kg)	n (Kmol)	Cp dT (Kkal/Kmol)	Q (Kkal)
NaNO ₃	934,81261	10,998148	352,049224 9	38717,6535 1
H ₂ O	18,69625	1,03868066 7	946,914877 9	9835,42176 7
H ₂ SO ₄	1077,7839 5	10,9977954 1	1844,91267 6	202899,721 6
H ₂ O	75,444877	4,19138205 6	946,914877 9	39688,8202 8
				291141,617 1

b. Menentukan ΔH_2

Untuk keluar reaktor suhu 150°C

a) Hasil

Komponen n	m (kg)	n (Kmol)	Cp (Kkal/kmol)	Q (Kkal)
HNO ₃	672,07527 7	10,6678615	1495,99840 7	159591,038 9
H ₂ O	84,727015 8	4,70705643 7	946,914877 9	44571,8177 1
				204162,856 6

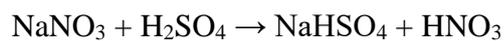
b) Either cake

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (Kkal/kmol)	Q (Kkal)
NaNO ₃	28,04437 8	0,32993385 8	352,049224 9	1161,52959 3
H ₂ O	94,14112 9	0,52300627 2	946,914877 9	4952,42420 4
H ₂ SO ₄	32,33351 9	0,32993386 7	1844,91267 6	6086,99174 1
NaHSO ₄	1280,036 7	10,6669725	2704,62163 3	288501,245 8
				300702,191 3

$$\begin{aligned}
\text{Maka } \Delta H_{2 \text{ total}} &= \Delta H_{2 \text{ hasil}} + \Delta H_{2 \text{ cake}} \\
&= 204162,8566 + 300702,1913 \\
&= 504865,0479 \text{ kkal}
\end{aligned}$$

Menentukan panas reaksi

Reaksi :



$$\Delta H_{f(298)} \text{ NaHSO}_4 \quad : -269,20$$

$$\Delta H_{f(298)} \text{ HNO}_3 \quad : -41,404$$

$$\Delta H_{f(298)} \text{ H}_2\text{SO}_4 \quad : -193,91$$

$$\Delta H_{f(298)} \text{ H}_2\text{O} \quad : -68,317$$

$$\Delta H_{f(298)} \text{ NaNO}_3 \quad : -101,54 \text{ Kkal/gmol (Van Ness)}$$

$$\Delta H_{(298)} = (\Delta H_f \text{ HNO}_3 + \Delta H_f \text{ NaHSO}_4) - (\Delta H_f \text{ NaNO}_3 + \Delta H_f \text{ H}_2\text{SO}_4)$$

$$= (-41,404 - 269,20) - (-101,54 - 193,91)$$

$$= - 15,154 \text{ kkal/mol}$$

$$= -15154 \text{ Kkal/kmol}$$

NaNO₃ yang bereaksi 10,6678616 kmol (perhitungan neraca massa)

$$\text{Maka panas reaksi} = 10,6678616 \text{ kmol} \times -15154 \text{ Kkal/kmol}$$

$$= - 161660.77469 \text{ kkal}$$

$$\Delta HR_{150^\circ\text{C}} = \Delta HR_{25^\circ\text{C}} + \sum \text{cpdt produk} - \sum \text{cpdt reaktan}$$

$$= -161660.77469 \text{ kkal} + (504865,0479) - (291141,6171)$$

$$= 52062,65611 \text{ kkal}$$

$$\text{Panas masuk} = Q_{\text{bahan baku}} + \Delta HR_{150^\circ\text{C}}$$

$$= 291141,6171 \text{ kkal} + 52062,65611 \text{ kkal}$$

$$= 343204,2732 \text{ kkal}$$

$$\text{Panas keluar} = Q_{\text{uap hasil}} + Q_{\text{either cake}}$$

$$= 204162,8566 \text{ Kkal} + 300702,1913 \text{ Kkal}$$

$$= 504865,0479 \text{ Kkal}$$

Maka kebutuhan steam pemanas = panas keluar – panas masuk

$$= 504865,0479 \text{ Kkal} - 343204,2732 \text{ Kkal}$$

$$= 161660,7747 \text{ Kkal}$$

Neraca panas secara lengkap

Tabel 6. 1 neraca panas reaktor

Panas masuk		Panas keluar	
Komponen	Q (kkal)	Komponen	Q (kkal)
Bahan baku	291141,6171	Uap	204162,8566
Panas reaksi	52062,65611	Either cake	300702,1913
Steam pemanas	161660,77469		
	504865,0479		504856,0476

Kondisi operasi reaktor:

$$P = 1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Kpa}$$

$$T = 150^{\circ}\text{C} = 423^{\circ}\text{K}$$

Maka steam yang digunakan adalah

Saturated steam pada 200°C . $P = 618,06 \text{ Kpa}$.

$$\lambda = 2790,9 \text{ Kj/kg} = 666,46692 \text{ Kkal/kg}$$

$$M = \frac{Q}{\lambda} = \frac{161660,7747 \text{ Kkal}}{666,46692 \text{ Kkal/kg}}$$

$$M = 242,5638 \text{ kg}$$

6.2 Neraca Panas Condensor

a. Panas bahan masuk :

Suhu masuk : 150°C

Suhu ref = 25°C

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (Kkal/kmol)	Q (Kkal)
HNO ₃	672,075277	10,6678615	1495,9841	159591,0389
H ₂ O	84,7270158	4,70705644	946,914878	44571,8177
				204162,8566

b. Panas bahan keluar

Suhu keluar : 95°C

Suhu ref = 25°C

A. Uap

Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp dT	Q
HNO ₃	324,9698	5,15825143	800,173832	41274,9781
H ₂ O	5,9852	0,32511666	527,046871	1752,49233
NO ₂	49,0721	1,06678608	64,1008145	683,81857
O ₂	8,5343	0,266696562	52,3209934	166,207947
				43877,49698

B. Cair

Komponen	Berat (kg)	kmol	Cp dT	Q
----------	------------	------	-------	---

HNO ₃	279,89812	4.44282730	800,173832	35550,34148
H ₂ O	88,34326	4,90795889	527,046871	25867,24377
				61417,58525

Total panas keluar kondensor

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{out}} &= Q_{\text{uap}} - Q_{\text{Hv}} \\
 &= 204162,8566 - 61417,58525 \\
 &= 105295,0882 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

Panas penguapan uap:

Komponen	Berat (kg)	kmol	Hv (Kkal/kmol)	Q
HNO ₃	604,8677	9,60107444	970,87	93213,9514
H ₂ O	94,3282	5,24045555	1006,556	52748,1355
				145962,087

$$\begin{aligned}
 \text{Panas masuk kondensor} &= Q_{\text{masuk}} + Q_{\text{Hv}} \\
 &= 204162,8566 + 145962,087 \\
 &= 350124,944 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban panas} &= 350124,944 \text{ kkal} - 105295,0882 \text{ kkal} \\
 &= 244829,861 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. 2 Neraca panas kondensor

Panas masuk	Panas keluar
-------------	--------------

Komponen	Q (kkal)	Komponen	Q (kkal)
Panas masuk	204162,8566	Panas keluar	105295,0882
Panas penguapan	145962,087	Pendingin	244829,861
	350124,94		350124,94

Menentukan jumlah air pendingin :

Suhu pendingin masuk = 30° C

Suhu pendingin keluar = 40° C

Cp pendingin = 1 Kcal/kg.°C

Jumlah pendingin :

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{Q_c}{C_p \cdot (t_2 - t_1)} \\
 &= \frac{244829,861}{1 \cdot (40 - 30)} \\
 &= 24482,9861 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

6.3 Neraca Panas Separator

Bahan masuk :

a. Uap dari condensor

Suhu keluar : 95°C

Suhu ref = 25°C

Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp dT	Q
HNO ₃	324,9698	5,15825143	800,173832	41274,9781

H ₂ O	5,9852	0,32511666	527,046871	1752,49233
NO ₂	49,0721	1,06678608	64,1008145	683,81857
O ₂	8,5343	0,266696562	52,3209934	166,207947
				43877,49698

b. Cairan dari kondensor

Suhu keluar : 95°C

Suhu ref = 25°C

Komponen	Berat (kg)	kmol	Cp dT	Q
HNO ₃	279,89812	4.44282730	800,173832	35550,34148
H ₂ O	88,34326	4,90795889	527,046871	25867,24377
				61417,58525

Bahan keluar kondensor

Suhu keluar : 95°C

Suhu ref = 25°C

Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp (kkal/kmol)	Q
NO ₂	49,07216	1,066786087	64,1008145	683,81857
O ₂	8,5343	0,266696562	62,3209935	166,207947
HNO ₃	324,96984	5,15825143	800,173832	41274,9781
H ₂ O	5,98521	3,32511667	527,046871	1752,492336

HNO ₃	604,86769	9,60107444	800,173832	27619,65705
H ₂ O	94,3238	5,24045556	527,046871	105294,9689
				105294,9689

Neraca panas secara lengkap

Tabel 6. 3 Neraca Panas Separator

Panas masuk		Panas keluar	
Komponen	Q (kkal)	Komponen	Q (kkal)
Uap	43877,49698	Panas keluar	105294,9689
Cairan	61417,58525		
	105294,9689		105294,9689

6.4 Neraca Panas Absorber

Bahan masuk

- a. Uap dari sparator

Uap masuk pada suhu 50°C

Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp dT	Q
HNO ₃	324,9698425	5,158251468	278,7119425	14376,66287
H ₂ O	5,985605143	0,332533619	188,3080946	626,187722
O ₂	49,07216313	1,533505098	22,40868893	334,95424
NO ₂	8,53428924	0,185528027	18,24129524	41,57439843

				15379,37923
--	--	--	--	-------------

b. Air make up

Suhu masuk: 30°C

Jumlah air absorben : 1,8819 kg = 0,10455 kmol

Cp air (30°C) = 89,88161 kkal/kmol k

$$Q = (0,10455)(89,88161)$$

$$= 9,397322 \text{ kkal}$$

Bahan keluar

Suhu keluar absorber 43,49°C

a. Cair

Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp dT	Q
HNO ₃	33,5,1386	5,31966038	205,6569	10940,2503
H ₂ O	180,4593	10,02551667	139,3639	13971,9495
				24912,1998

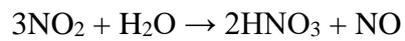
b. Uap

Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp dT	Q
NO ₂	0,853429	0,0185528	16,52304	3,065489
NO	0,166975	0,0055658	13,48579	0,750597
O ₂	47,86994	1,49593569	16,11312	241,04194

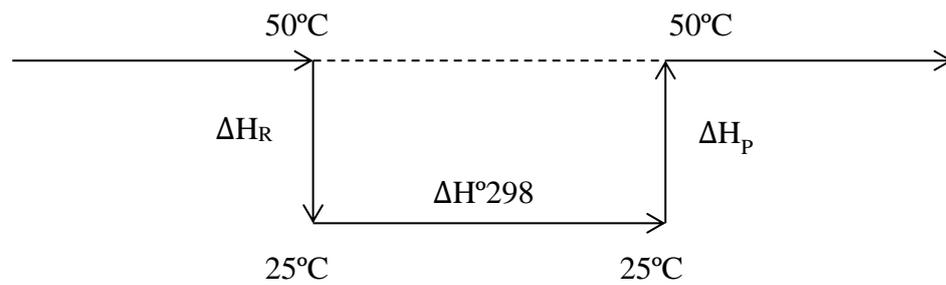
				244,858026
--	--	--	--	------------

Panas reaksi

Reaksi:



Profil suhu reaksi



$$\Delta H_{f(298)} \text{HNO}_3 : -41,404$$

$$\Delta H_{f(298)} \text{NO}_2 : 8,041$$

$$\Delta H_{f(298)} \text{H}_2\text{O} : -68,317$$

$$\Delta H_{f(298)} \text{NO} : 21,6 \text{ Kcal/gmol (Van Ness)}$$

$$\Delta H_{(298)} = (2\Delta H_f \text{HNO}_3 + \Delta H_f \text{NO}) - (3\Delta H_f \text{NO}_2 + \Delta H_f \text{H}_2\text{O})$$

$$= (2.(-41,404) + 21,6) - (3.(8,041) - 68,317)$$

$$= -61,202 - (-44,194)$$

$$= -17,008 \text{ kkal/mol}$$

$$= -17008 \text{ kkal/kmol}$$

NO₂ reaksi = 0.166975 kmol (perhitungan neraca massa)

Maka $\Delta H_{(298)} = 0,166975 \text{ kmol} \times (-17008 \text{ kkal/kmol})$

$$= -2839,9108 \text{ kkal}$$

Reaktan

Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp dT	Q
NO ₂	7,68086032	0,166975224	16,52304058	27,58938402
H ₂ O	1,00185135	0,0556658408	139,3638846	77,56771951
				105,1571035

Produk

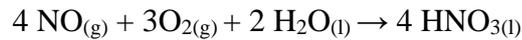
Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp dT	Q
NO	1,6697522	0,055658408	13,485789	7,5059769
HNO ₃	7,0129594	0,111316816	205,656933	228,93075
				236,4367259

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \Delta H_{(298)} + \sum \text{cpdt produk} - \sum \text{cpdt reaktan}$$

$$= -2839,9108 \text{ kkal} + 236,4367259 - [105,1571035]$$

$$= -2708,631178 \text{ kkal}$$

Reaksi 2:



$$\begin{aligned} \Delta H_{(298)} &= (4\Delta H_f \text{HNO}_3) - (4\Delta H_f \text{O}_2 + 2\Delta H_f \text{H}_2\text{O}) \\ &= (4 \cdot (-41,401)) - (4(21,6) + 3 \cdot (0) + 2(-68,317)) \\ &= (-165,604) - (86,4 + 0 + (-136,634)) \\ &= -115,370 \text{ kkal/mol} = -115370 \text{ kkal/kmol} \end{aligned}$$

NO reaksi 0,5009 kmol

$$\begin{aligned} \text{Maka panas reaksi} &= 0,05009 \times -115370 \\ &= -5778,8833 \text{ kkal} \end{aligned}$$

Reaktan

Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp dT	Q
NO	1,502777018	0,050092567	13,48578941	6,755031917
O ₂	1,20222161	0,037569	16,11312193	6,053538779
H ₂ O	0,4508333106	0,02504	139,3638846	34,89671671
				47,70528741

Produk

Komponen	Berat (kg)	Kmol	Cp dT	Q
HNO ₃	3,15583174	0,05009	205,6569335	103,013558

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{reaksi}} &= \Delta H_{(298)} + \sum \text{cpdt produk} - \sum \text{cpdt reaktan} \\ &= -5778,8833 + 103,013558 - 47,70528741 \end{aligned}$$

$$= -5723,575029 \text{ kkal}$$

$$\text{Maka jumlah reaksi} = -2708,631178 \text{ kkal} - 5723,575029 \text{ kkal}$$

$$= -8432,206207 \text{ kkal}$$

Panas masuk

$$\text{- Uap dari separator} = 15379,37923$$

$$\text{- Absorben (H}_2\text{O)} = 9,397322$$

$$\text{- Panas reaksi} = \underline{8432,206207} +$$

$$23820,98276 \text{ kkal}$$

Panas keluar

$$\text{- Uap keluar} = 244,858026$$

$$\text{- Cairan hasil} = \underline{24912,19976} +$$

$$25157,0578 \text{ kkal}$$

$$\text{Beban panas pada absorber} = 25157,0578 \text{ kkal} - 23820,98276 \text{ kkal}$$

$$= 1336,075027 \text{ kkal}$$

Neraca massa secara lengkap

Tabel 6. 4 Neraca Panas Absorber

Panas masuk		Panas keluar	
Komponen	Q (kkal)	Komponen	Q (kkal)
Uap masuk	15379,37923	Uap	244,858026
Absorben	9,397322	Cair	24912,19976

Reaksi	8432,206207		
Beban panas	1336,075027		
	25157,0578		25157,0578

BAB VII
SPESIFIKASI PERALATAN

7.1 Spesifikasi alat proses

7.1.1 Reaktor (R-01)

Fungsi	: tempat reaksi antara natrium nitrat dan asam sulfat menjadi asam nitrat
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Jumlah	: 1
Bahan	: <i>stainless steel</i>
Spesifikasi	
Kondisi operasi	
Suhu operasi	: 150°C
Tekanan operasi	: 1 atm
Dimensi	
Tinggi	: 4,518 m
Tebal shell	: ¼ in (0,2231 in)
Tebal head	: 5/16 in (0,2995 in)
Diameter	: 128,3152 in (3,259 in)
Jenis pengaduk	: turbin
Tenaga pengaduk	: 0,5 hp
Bentuk pendingin	: jaket

7.1.2 Kondensor (CD-01)

Fungsi : mengembunkan H₂O

Jenis : *Horizontal Shell and Tube Head Exchanger*

Bahan : *Stainless Steel SA-240 Grade S*

Jumlah : 1 buah

Luas transfer : 904 ft²

Tube Side		Shell Side	
T masuk	: 120°C	T masuk	: 30°C
T keluar	: 70°C	T keluar	: 48°C
OD	: 1 in	ID	: 0,87 in
BWG	: 16	Baffle Space	: 5,175 in
Jumlah tube	: 288	Pass	: 1
Panjang	: 12 ft	ΔP	: 0,288 psi
Pitch	: 1,562 in ²	Fouling factor	: 0,0136
Pass	: 2		
ΔP	: 0,097 Psi		

7.1.3 Separator (S-01)

Fungsi : memisahkan uap dan cairan yang keluar dari kondensator (Cd-01)

Jenis : *Silinder Vertical*

Bahan : *Stainless Steel SA 240 Grade S*

Kondisi operasi :

Tekanan : 8 atm

Temperature : 120°C

Spesifikasi alat :

Tinggi : 3,1174 m

Diameter : 1,0188 m

Tebal shell : 0,25 in

Jenis head : Torispherical Head

Tebal head : 0,25 in

Beban :

Fase cair : 1.321,0060 kg/jam

Fase uap : 13.873,4349 kg/jam

7.1.4 Absorber (AB-01)

Fungsi : menyerap NO₂ dengan H₂O menjadi HNO₃

Jenis : menara penyerap dengan bahan isian

Bahan : *Stainless Steel SA-240 Grade S*

Kondisi operasi :

Diameter : 1,804 m

Tebal shell : ¼ in

Jenis head : Torispherical Head

Tinggi head : 0,415 m

Tebal head : ¼ in

Tinggi total : 6,189 m

Tebal jaket : 0,25 in

Bahan jaket : *Carbon Steel*

Bahan isian :

Jenis : risching ring

Ukuran : 2 in

Tinggi packing: 4,558 m

7.2 Spesifikasi alat utilitas

7.2.1 Silo / tempat penyimpanan natrium nitrat (G-01)

Fungsi : penyimpan natrium nitrat

Jenis : tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk *cone*
60°C

Bahan : *Carbon Steel*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 811,554 m³

Diameter : 8,330 m

Tinggi : 19,758 m

Tebal dinding : 0,114 m

7.2.2 Silo natrium bisulfat (G-02)

Fungsi	: menyimpan natrium bisulfat
Jenis	: tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone</i> 60°C
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Spesifikasi	:
Volume	: 811,554 m ³
Diameter	: 8,330 m
Tinggi	: 19,758 m
Tebal dinding	: 0,114 m

7.2.3 Tangki penyimpanan bahan baku asam sulfat (T-01)

Fungsi	: Menyimpan asam sulfat untuk kebutuhan proses selama 7 hari
Jenis	: <i>Eliptical</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-240 Grade S</i>
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 18 atm
Suhu	: 30°C
Fase	: Cair
Jumlah	: 1 buah

Kapasitas : 142.550,1059 kg/jam

Volume : 1809,2260 bbl

Spesifikasi :

Diameter : 9,0157 m

Tinggi : 4,5078 m

Tebal head : 2,4837 in

Tebal shell : 1 in

7.2.4 Tempat penyimpanan produk asam nitrat (T-02)

Fungsi : menyimpan produk asam nitrat 96%

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *dished head*

Bahan : *Stainless steel SA-240 Grade S*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

Temperatur : 30°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi alat :

Diameter : 8,768 m

Tinggi : 6,048 m

Tebal Shell : ¼ in

Tebal Roof : 1 3/4 in

7.2.5 Pompa -01 (P-01)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku asam sulfat dari tangki penyimpanan (T-01) ke tangki pencampur (TP-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Stainless Steel SA-240 Grade S*

Jumlah : 2 buah

Laju alir : 2,412 m³/jam

Spesifikasi pipa :

D normal : 1,25 in

ID : 1,38 in

OD : 1,66 in

Schedule number : 40

Head Pompa :

Velocity head : 0,0502 ft

Static head : 0,5019 ft

Total head : 13,6754 ft

7.2.6 Pompa -02 (P-02)

Fungsi : mengalirkan asam nitrat 96% dari separator (S-01) menuju tangki penyimpanan produk

Jenis : centrifugal pump

Bahan : *Stainless Steel SA-240 Grade S*

Jumlah : 2

Laju alir : 5,499 m³/jam

Spesifikasi pipa

D normal : 2 in

ID : 2,067 in

OD : 2,38 in

Schedul number : 40

Head pompa :

Velocity head : 0 ft

Static head : 19,6850 ft

Pressure head : 0,0087

Friction head : 0,3250 ft

Total head : 20,0012 ft

Daya motor : 0,75 Hp

Ns : 3.500 rpm

Impeller : *mixed flow impeller*

7.2.7 Screw Conveyor (SC)

Fungsi : mengalirkan bahan baku natrium nitrat dari tangki penyimpanan ke tangki pencampur

Tipe : *screw conveyor with feed hopper*

Jumlah : 1

Kapasitas : 76,741 kg/jam

Bahan : *Stainless Steel (AISI 316L)*

Spesifikasi

Diameter *flight* : 22,860 cm

Diameter pipa : 6,350 cm

Diameter *shaft* : 5,080 cm

Feed section : 0,228 m

Panjang screw : 4,572 m

Kecepatan putar : 40 rpm

Power : 0,5 hp

7.2.8 Head exchanger (HE-01)

Fungsi : memanaskan asam sulfat sebelum masuk ke reaktor

Tipe : double pipe

Jumlah : 1

Bahan : stainless steel (AISI 316L)

Luas bidang tranfer : 1,386 m²

UC : 77,196 Btu/jam.ft².°F

UD : 26,813 Btu/jam. ft².°F

Rd terhitung : 0,243 hr.ft².F/Btu

Annulus-fluida dingin

Fluida : *Saturated Steam*

Temperatur : 150°C

Kapasitas : 12,875 kg/jam

SN : 40

OD : 8,890 cm

ID : 7,792 cm

Hilang tekan : 0,080 psi

Inner pipe – fluida panas

Fluida : udara pengering

Temperature : 30 - 100°C

Kapasitas : 84,063 kg/jam

SN : 40

OD : 6,045 cm

ID : 5,250 cm

Panjang hairpin : 0,3048 m

Jumlah hairpin : 1

Hilang tekan : 0,030 psi

7.2.9 Crystallizer (CR)

Fungsi	: Proses pembentukan NaHSO_4 menjadi kristal
Jumlah	: 1
Tipe	: <i>continuous stirred tank crystallizer</i>
Fase	: solid
Bahan	: stainless steel (AISI 316L)
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 60°C
Spesifikasi	
Kapasitas	: 6,8831 m ³
Waktu tinggal	: 1,5 jam
Diameter	: 2,1336 m,
Tinggi	: 2,1336 m
Tebal shell	: 0,3125 in
Tebal head	: 0,4294 in
Tinggi head	: 16,7275 in = 0,4249 m
Kecepatan pengaduk	: 1,7461 rps
Diameter impeller	: 0,7112 m

Daya motor desain : 5,2631 Hp
 Daya motor aktual : 6,1919 Hp
 Jaket pendingin :
 Diameter : 2,4029 m
 Tinggi : 1,5240 m
 Tebal : 0,1754 in = 0,0044 m

7.2.10 Blower (BL-01)

Fungsi : Mengalirkan HNO₃, H₂O, NO₂ dan O₂ dari reaktor ke condensor
 Jenis : Blower *centrifugal*
 Bahan : *Carbon Steel*
 Laju alir : 7.277,3003 ft³/menit
 Power : 6 Hp

7.2.11 Waste Heat Boiler (WHB-01)

Fungsi : Memanaskan reaktor
 Bahan : *Stainless steel SA-240 Grade S*
 Luas transfer : 339 ft²

Tube side		Shell side	
Tmasuk	: 300°C	Tmasuk	: 30°C
Tkeluar	: 120°C	Tkeluar	: 150°C
Jumlah tube	: 81 buah	Baffle space	: 3 in
Panjang	: 8 ft	Pass	: 1
Pitch	: 1 ¼ in	ΔP	: 0,35 psi
Pass	2		
ΔP	: 8,59		

Spesifikasi steam dihasilkan :

Jenis : *Super Heated Steam*
Fungsi : untuk pembangkit listrik
Suhu : 150°C
Jumlah steam : 14.575,424 kg/jam

BAB VIII

UNIT UTILITAS

Dalam mendirikan pabrik membutuhkan komponen-komponen pendukung yang dapat memperlancar jalannya proses sebuah industri. Komponen-komponen tersebut meliputi :

8.1 Unit penyediaan air

Faktor pendukung berdirinya pabrik adalah adanya sumber daya alam yang memadai. Kebutuhan yang digunakan suatu pabrik akan sumber air meliputi: air sumur, air danau, air laut, air sungai dan berbagai sumber lainnya. Perancangan pabrik asam nitrat dalam hal ini sumber air yang digunakan adalah sungai Cikarang. Beberapa pertimbangan dalam memilih sumber air tersebut adalah:

- 1) Area yang tidak jauh dari sungai
- 2) Kapasitas air yang relatif besar dari sumur
- 3) Pengolahan air lebih efisien, sederhana, murah dan mudah dibandingkan air laut.
- 4) Kontinuitas yang tinggi sehingga pabrik dapat terkendali dari kendala kekurangan air.

Adapun keperluan sumber air yang digunakan pabrik, yaitu:

8.1.1 Air pendingin

Faktor pendukung air sungai untuk media pendingin yaitu:

1. Dapat menyerap panas dengan volume yang tinggi
2. Tidak terdekomposisi
3. Diperoleh dalam jumlah yang besar
4. Pengolahan yang mudah
5. Tidak mengalami penyusutan secara berarti terhadap perubahan temperatur pendingin.

8.1.2 Air boiler

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam air boiler yaitu:

1. Zat yang dapat menyebabkan korosi dalam air, seperti: O₂, CO₂, H₂S

2. Zat yang dapat menyebabkan pembusaan (foaming), alkalinitas tinggi serta adanya zat-zat organik dan anorganik yang tidak larut dapat menyebabkan foaming.
3. Terjadinya priming akibat konstruksi boiler yang kurang baik
4. Zat yang dapat menyebabkan kerak (scale forming), hal ini dikarenakan adanya garam-garam karbohidrat dan silikat yang menyebabkan pembentukan kerak disebabkan oleh kesadahan dan suhu yang tinggi.

8.1.3 Air proses

Hal-hal yang perlu diperhatikan terhadap air proses yaitu:

1. Oksigen yang dapat menyebabkan korosi
2. Kesadahan (Hardness) yang dapat menyebabkan kerak.
3. Minyak yang menyebabkan terbentuknya lapisan film yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas karena endapan yang timbul.

8.1.4 Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang dibutuhkan untuk keperluan sanitasi yang mana digunakan untuk keperluan perkantoran, masjid, laboratorium, perumahan dan lain-lain. Beberapa syarat yang harus diperhatikan pada air sanitasi yaitu:

1. Syarat kimia
 - a. Tidak beracun
 - b. Tidak mengandung bakteri
 - c. Tidak terkandung zat organik dan anorganik dalam larutan air.
2. Syarat fisika
 - a. Suhu : Normal dan dibawah suhu udara
 - b. Bau : tidak berbau
 - c. Rasa : tidak berasa
 - d. Warna : tidak berwarna atau jernih

8.1.5 Unit pengolahan air

Air sungai yang akan digunakan dalam pabrik harus diolah terlebih dahulu agar layak konsumsi. Adapun langkah-langkah mengolah air sungai sebagai berikut:

1. Penghisapan

Langkah pertama air sungai dilakukan pemompaan dan selanjutnya dialirkan menuju alat penyaringan (*screen*).

2. Penyaringan (*screening*)

Setelah tahap penghisapan air selanjutnya dilakukan proses penyaringan dengan cara dialirkan melewati alat penyaring (*screening*). Pada tahapan ini kotoran-kotoran besar seperti daun, plastik, ranting dan sebagainya akan tertinggal dan tersisa kotoran-kotatan kecil. Kotoran-kotoran kecil ini akan diolah pada tahapan selanjutnya.

3. Bak pengendapan awal (BPA)

Setelah melalui screening, air selanjutnya ditampung dalam bak pengendapan awal, tujuannya agar kotoran-kotoran kecil seperti lumpur yang tidak tersaring akan mengendap.

4. Tangki flokulan

Air yang telah melalui proses pengendapan, selanjutnya dialirkan ke tangki kesadahan atau tangki koagulan untuk proses koagulasi. Koagulasi merupakan proses penggumpalan kotoran akibat penambahan zat kimia (koagulan) kedalam air. Koagulan yang digunakan adalah poli aluminium clorida (PAC).

5. Clarifier

Setelah melalui proses tangki flokulan, air selanjutnya dialirkan kedalam clarifier, tujuannya untuk mengendapkan gumpalan dari tangki kesadahan. Pada tangki calrifier, air diaduk dengan agigator. Air keluar melalui bagian pinggir clarifier secara overflow sedangkan flok akan mengendap secara grafitasi dan dilakukan blowdon secara berkala sesuai skala waktu yang ditentukan.

6. Tangki Penyaring / *Sand Filter*

Setelah tahap clarifier air selanjutnya dialirkan ke dalam tangki penyaring atau sand filter, tujuannya untuk menyaring kotoran-kotoran yang tidak mengendap di clarifier. Tangki penyaringan dengan media penyaring, diantaranya ada atrasit, kerikil, dan pasir.

7. Tangki penampungan sementara 1 (TU-01)

Setelah melewati tangki filtrasi, air ditampung ke dalam tangki penampungan sementara. Air tersebut adalah air bersih yang kemudian didistribusikan sebagai air pendingin, air boiler dan air proses.

8. Tangki klorinator (TC-01)

Air yang telah difiltrasi dicampur dengan klorin didalam tangki klorinator untuk kebutuhan minum dan kebutuhan rumah tangga. Fungsi klorin yaitu untuk membunuh bakteri dan mikroorganismesehingga air layak dikonsumsi.

9. Tangki penampungan sementara 2 (TU-02)

Setelah melewati proses klorinasi, air ditampung ke dalam tangki dan siap untuk didistribusikan sebagai air perkantoran dan perumahan.

10. Demineralisasi

Air umpan waste heat boiler dibutuhkan air murni dengan kriteria seperti: air terbebas dari kandungan garam-garam terlarut. Tujuan dari demineralisasi adalah menghilangkan ion-ion yang terkandung didalam air. Ion-ion tersebut dihilangkan dengan cara pertukaran ion di alat penukar ion (*ion exchanger*). Berikut ini adalah tahapan proses pengolahan air umpan boiler sebagai berikut.

a. Kation Exchanger (KE-01)

Didalam kation exchanger berisi kation untuk menggantikan ion yang terkandung didalam air dengan ion H^+ sehingga air mengandung anion dan ion H^+ . Kation resin ini akan jernih dalam jangka waktu tertentu sehingga perlu regenerasi kembali dengan asam sulfat (H_2SO_4).

b. Anion Exchanger (AE-01)

Setelah melalui kation exchanger, selanjutnya air dialirkan ke tangki anion exchanger. Fungsi tangki ini yaitu mengikat ion-ion negative

(anion) yang larut dalam air yang bersifat basa. Sehingga zat anion seperti Cl^- , CO_3^{2-} , dan SO_4^{2-} akan terikat dengan resin. Anion ini akan jenuh dalam waktu tertentu sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan NaOH.

c. Daerator (DE)

Daerasi adalah proses pembersihan air boiler dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada boiler seperti O_2 dan CO_2 . Air umpan cooler yang telah mengalami demineralisasi pada kation exchanger dan anion exchanger dialirkan dengan pompa menuju daerator untuk menghilangkan gas O_2 dan CO_2 yang dapat menimbulkan korosi pada alat proses. Didalam daerator diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_2) yang berfungsi untuk mengikat oksigen O_2 .

11. Tangki Penampungan Sementara 3 (TU-03)

Air yang telah melewati proses demineralisasi selanjutnya ditampung dan dialirkan sebagai umpan boiler (*boiler feed water*) untuk digunakan sebagai umpan waste heat boiler.

12. Menara pendingin (CT-01)

Air pendingin yang digunakan sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik yang selanjutnya didinginkan kembali pada *cooling tower*. Didalam cooling tower, air mengalami kontak dengan udara sehingga terjadi pengambulan panas dari air oleh udara dan terjadi penguapan sebagian air dengan cara melepas panas laten yang akan mendinginkan air yang jatuh ke bawah. Yang yang telah dingin kemudian ditampung yang digunakan sebagai *cooling water*.

8.1.6 Kebutuhan air

a. Kebutuhan air pendingin

Kebutuhan air pendingin disajikan pada table berikut.

Tabel 8. 1 kebutuhan air pendingin

Nama alat	Kebutuhan air
Condensor (CD-01)	5.915,6193

Cooler (HE-01)	2.531,1852
Total	8.446,7713

Diambil angka keamanan (make up) sebesar 20% sehingga:

$$1,2 \times 8.446,7713 = 10.136,125 \text{ kg/jam}$$

- b. Kebutuhan air proses

Tabel 8. 2 kebutuhan air proses

Nama alat	Kebutuhan air (kg/jam)
Absorber (AB-01)	1341,9913

- c. Kebutuhan air keperluan domestik

Air untuk perkantoran

Anggap 1 orang membutuhkan air = 100 kg/hari (Sularso, 2000)

Jumlah karyawan = 135 orang

Tabel 8. 3 Kebutuhan Air Keperluan Domestik

Penggunaan	Kebutuhan air (kg/hari)
Karyawan	12.000
Bengkel	200
Laboratorium	500
Politeknik	300
Pemadaman kebakaran	1000
Kantin, mushola, kebun	1500
Total	15.500

Total kebutuhan air perkantoran = 15.500 kg/hari

$$= 645,83 \text{ kg/jam}$$

- d. Air untuk perumahan

Diperkiraan terdapat perumahan sebanyak 20 rumah. Jika setiap rumah ditempati oleh 4 orang, maka kebutuhan air untuk perumahan adalah sebagai berikut:

Jumlah rumah = 20 rumah

Kapasitas setiap rumah = 4 orang

Kebutuhan air untuk 1 orang = 100 kg/hari

Total kebutuhan air perumahan = 8000 kg/hari

$$= 333,33 \text{ kg/jam}$$

Jadi total kebutuhan air:

$$10.136,125 + 1341,9913 + 645,83 + 333,33 = 12.457,276 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Diambil angka keamanan 20\%} = 1,2 \times 12.457,276 \text{ kg/jam}$$

$$= 14.948,7312 \text{ kg/ jam}$$

8.2 Unit penyediaan steam (*steam generation system*)

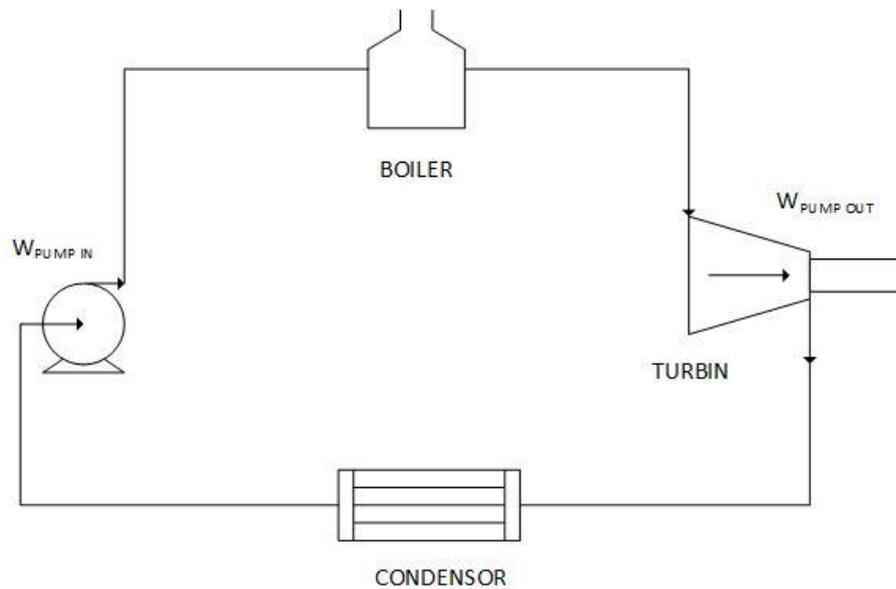
Tujuan unit ini adalah untuk memenuhi kebutuhan steam dalam pabrik mencakup kebutuhan pembangkit listrik (*superheated steam*). Kebutuhan steam pada pabrik asam nitrat ini dibuat menggunakan dua buah waste heat boiler pada alat proses.

Panas yang didapatkan pada waste heat boiler dengan memanfaatkan panas yang dikeluarkan oleh reaktor (R-01). Panas tersebut digunakan untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Uap air yang terbentuk selanjutnya di alirkan kedalam steam header kemudian didistribusikan ke area-area proses untuk pembangkit tenaga listrik.

8.3 Unit pembangkit listrik

Sumber kebutuhan listrik pada pabrik asam nitrat ini ada tiga sumber yang digunakan yaitu PLN, pembangkit listrik sendiri, dan generator sebagai tenaga cadangan jika pembangkit listrik mengalami kendala.

Dalam merancang pembangkit listrik didalam pabrik asam nitrat ini menggunakan siklus rankine dengan rangkaian alat seperti boiler, turbin, condensor, dan pompa. Siklus rankine disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 8. 1 siklus rankine pada pembangkit listrik

Siklus rankine adalah siklus yang digunakan untuk mengkonversi panas menjadi energi gerak. Pada proses rankine terjadi pemanasan air menjadi uap lewat jenuh (*superrheated steam*) yang digunakan untuk menggerakkan turbin. Uap yang keluar turbin kemudian dikondensasikan menggunakan kondensor sehingga terjadi perubahan fase menjadi cair.

Untuk kegiatan sehari-hari beroperasi menggunakan listrik dari pembangkit listrik sendiri dan PLN 100%. Namun jika listrik mengalami gangguan maka kegiatan dan perasi menggunakan generator sebagai tenaga cadangan. Berikut adalah kebutuhan listrik yang digunakan:

1. Listrik untuk keperluan air proses = 204,166 kWh
2. Listrik untuk keperluan alat utilitas = 22,313 kWh
3. Listrik untuk instrumensi dan kontrol = 12,456 kWh
4. Listrik untuk keperluan kantor dan rumah tangga = 62,282 kWh

Jadi total kebutuhan listrik adalah 323,865 kWh dengan faktor daya 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 404,831 kWh. Kebutuhan listrik dari PLN, pembangkit listrik sendiri, dan generator.

8.4 Unit penyedia bahan bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada furnace. Bahan bakar yang digunakan adalah solar sebanyak 434,1697 L/jam.

8.5 Unit penyedia udara tekan

Udara tekan diperlukan sebagai penggerak alat-alat kontrol yang bekerja secara *pneumatic*. Kebutuhan udara tekan yang diperlukan sebesar 75 m³/jam.

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1 Lokasi pabrik

Pabrik asam nitrat ini direncanakan akan berdiri di Kecamatan Cikarang, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat dengan mempertimbangkan area yang dekat dengan bahan baku, transportasi, tenaga kerja, penyediaan utilitas, pembuangan limbah, perizinan yang mudah, geografis yang baik serta harga tanah terjangkau, sehingga pabrik dapat beroperasi dengan biaya murah, pemasaran yang mudah, waktu efisien, keuntungan yang melimpah serta mudah dalam mengembangkan pabrik tersebut.

9.2 Tata letak pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan bagian-bagian pabrik meliputi tempat peralatan, tempat kerja karyawan, tempat penimbunan bahan baku, dan produk yang saling berelasi. Dalam perancangan pabrik, tata letak harus dirancang semaksimal mungkin sehingga dalam pengelolaan administrasi lebih efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keselamatan, keamanan serta kenyamanan bagi karyawan terpenuhi.

Unit proses dan bangunan penunjang harus ditata dengan baik agar karyawan dalam mengakses area pabrik lebih mudah selain itu pabrik bisa beroperasi secara ekonomis. Proses yang dianggap berbahaya harus berada jauh dari bangunan lainnya (Coulson,1999).

Fasilitas penunjang yang harus ada selain unit proses yaitu:

1. Utilitas
2. Pemadam kebakaran dan layanan gawat darurat
3. Pembuangan limbah
4. Kantor administrasi
5. Laboratorium
6. Pusat kesehatan
7. Bengkel
8. Penyimpanan bahan baku
9. Penyimpanan produk

10. Penyimpanan kebutuhan pemeliharaan dan operasional
11. Area parkir
12. Tempat ibadah
13. Kantin

Bangunan-bangunan tersebut harus berada jauh dan ditempatkan dibagian yang tidak mengganggu jalannya proses produksi dan lalu lintas barang untuk menjaga keamanannya.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merancang tataletak pabrik:

1. Daerah Proses

Daerah proses adalah daerah dimana produksi dijalankan. Daerah ini diletakkan pada lokasi dimana suplai bahan baku, tempat produksi, tempat penyimpanan produk, serta pengawasan alat dapat dijangkau dengan mudah.

2. Daerah *Quality Control*

Daerah yang diletakkan dekat dengan daerah proses sehingga dapat memudahkan dalam mengontrol kualitas bahan baku dan produk.

3. Keamanan

Dalam menentukan tata letak pabrik, perlu diperhatikan masalah keamanan apabila terjadi ledakkan, kebakaran, keracunan agar dapat ditangani dengan tepat. Sehingga alat-alat yang tergolong berbahaya diletakkan di tempat khusus agar dapat terkontrol dengan baik.

4. Instalasi dan Utilitas

Tata letak alat kantor diatur sedemikian rupa agar memudahkan para pekerja untuk bekerja sehingga operasi dapat berjalan dengan lancar dan perawatan dapat dikerjakan dengan mudah. Begitu juga pemasangan dan pendistribusian yang baik dari steam, gas, listrik serta utilitas dapat mempermudah jalannya operasi sesuai yang diharapkan.

5. Area pengolahan limbah

Buangan limbah produksi dan kandungannya harus diperhatikan dalam perancangan pabrik yaitu dengan cara penambahan fasilitas pengolahan

limbah agar kelestarian lingkungan tetap terjaga dan tidak mengganggu komunitas disekitarnya.

6. Daerah perkantoran

Daerah perkantoran adalah daerah pengelolaan administrasi pabrik untuk mengurus urusan dengan pihak luar maupun dalam pabrik. Penempatan daerah ini berada di bagian depan pabrik.

7. Fasilitas umum

Fasilitas umum pabrik seperti masjid, kantin, pusat kesehatan dan sebagainya terletak di bagian yang meningkatkan waktu para pekerja dalam melakukan kegiatan.

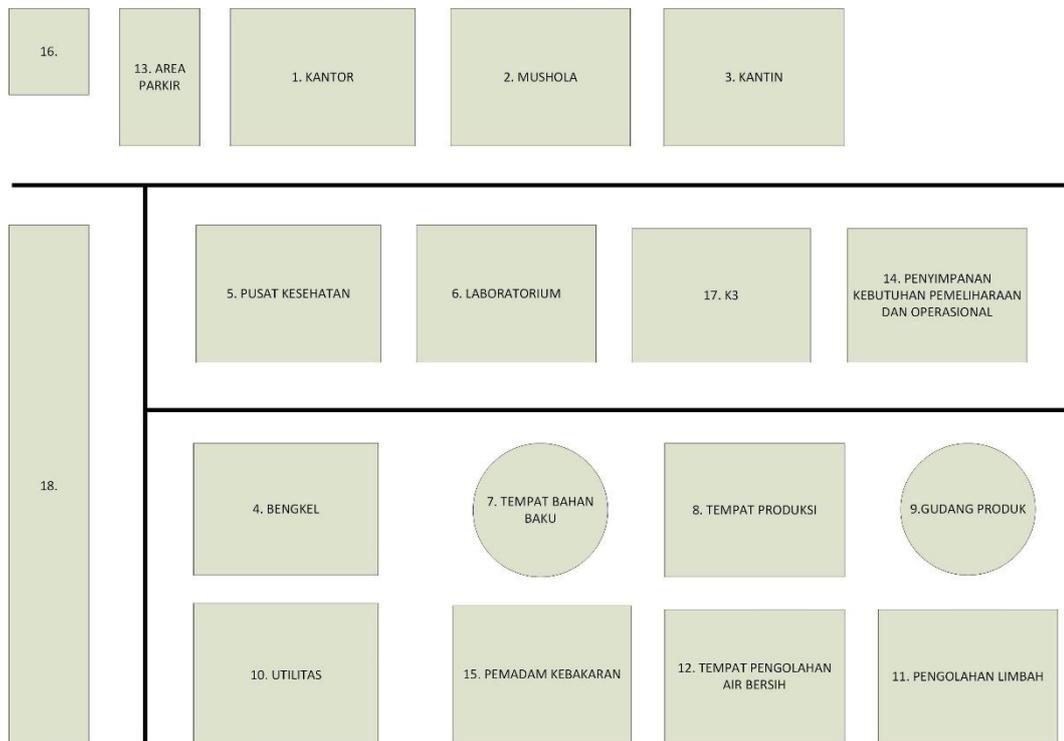
8. Daerah perluasan

Daerah perluasan harus dekat dengan pusat pabrik supaya memudahkan operasi dan menghemat waktu. Daerah merupakan faktor penting pada pabrik untuk waktu yang akan datang. Sehingga harga tanah menjadi tolak ukur agar tidak membebani para investor.

Perancangan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan seperti (timmerhaus,2004) :

1. Mengurangi biaya produksi
2. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses
3. Meningkatkan keselamatan kerja
4. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga dapat mengurangi material handling.
5. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan.

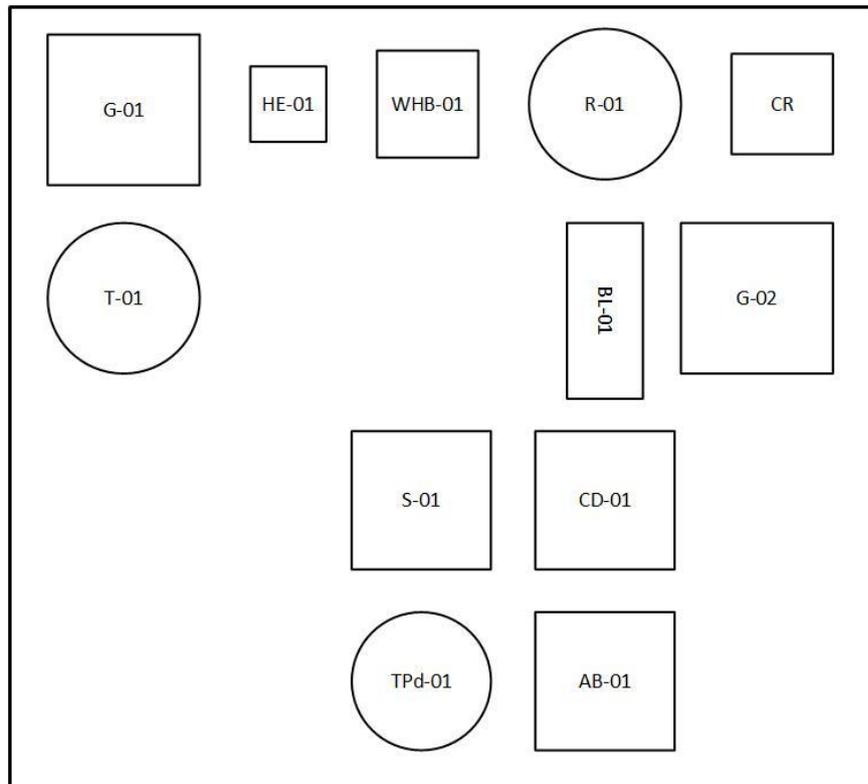
Tata letak pabrik dan tata letak proses dapat dilihat pada gambar 9.1 dan 9.2.



Gambar 9. 1 tata letak pabrik (skala 1:1000)

Keterangan gambar:

1	Kantor	10	Utilitas
2	Mushola	11	Pengolahan limbah
3	Kantin	12	Tempat pengolahan air bersih
4	Bengkel	13	Area parkir
5	Pusat kesehatan/klinik	14	Tempat penyimpanan kebutuhan pemeliharaan dan operasional
6	Laboratorium	15	Pemadam kebakaran
7	Tempat bahan baku	16	Pos jaga
8	Tempat produksi/proses	17	K3
9	Gudang produk	18	Taman



Gambar 9. 2 tata letak alat proses (skala 1:1000)

Keterangan:

No	Simbol	Keterangan	No	Simbol	Keterangan
1	G-01	Gudang natrium nitrat	7	G-02	Gudang asam bisulfat
2	T-01	Tangki asam sulfat	8	BL-01	Blower
3	HE-01	Heat exchanger	9	CD-01	Condensor
4	WHB-01	Waste heat boiler	10	S-01	Separator
5	R-01	Reaktor	11	TPd-01	Tangki produk
6	CR	Crystallizer	12	AB-01	Absorber

Direncanakan pabrik menempati lahan 16 Ha. Adapun perincian luas lahan untuk bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8. 4 Perincian Luas Tanah

No	Lokasi	panjang	lebar	luas
		m	m	m ²
1	Kantor Utama	30	15	450
2	Pos Keamanan/Satpam	3	5	15
3	Area Parkir Karyawan Dan Tamu	18	18	324
4	Parkir Truk	25	20	500
5	Kantor Teknik Dan Produksi	25	20	500
6	Klinik Dan Koperasi	25	15	375
7	Kantin	10	10	100
8	Unit Pemadam Kebakaran	10	10	100
9	Gudang Alat	22	10	220
10	Laboratorium	15	15	225
11	Bengkel	10	8	80
12	Masjid	10	10	100
13	Utilitas	25	20	500
14	Area Proses	50	30	1500
15	Control Room	10	8	80
16	Control Utilitas	10	8	80
17	Unit K3	10	12	120
18	Jalan Dan Taman	80	50	4000
19	Area Perumahan	20	15	300
20	Perluasan Pabrik	50	30	1500
	Luas tanah			16000
	Luas bangunan			11069
	Total	458	329	150682

9.4 Tata letak proses

Tata letak alat proses yang dirancang dengan baik akan memberikan keuntungan dalam operasinya yang mana operasi yang dijalankan dapat berjalan secara efisien dan biaya konstruksi minimum. Selain itu tata letak yang baik akan memiliki hubungan dengan perencanaan pendirian pabrik dengan tujuan yaitu:

1. Proses produksi berjalan lancar dan efisien
2. Karyawan bekerja secara aman, dan nyaman

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak proses pada pabrik asam nitrat:

1. Aliran bahan baku

Aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat memberikan keuntungan, yang besar dalam segi ekonomi, serta kelancaran dan keamanan pada produksi dapat tercapai.

2. Aliran udara

Aliran udara perlu diperhatikan terutama arah hembusan udara untuk menghindari terjadinya stagnasi udara di suatu tempat yang akan mengakibatkan terjadinya akumulasi bahan kimia berbahaya dan mengganggu keselamatan serta kenyamanan pekerja.

3. Cahaya

Cahaya sebagai media penerangan sangat diperhatikan guna menghindari terjadinya kecelakaan kerja. Penerangan ditempatkan pada bagian tempat yang minim pencahayaan.

4. Operasi

Operasi diperlukan sebagai penunjang pabrik, maka peralatan yang memerlukan perhatian operator seperti valve dan peralatan instrumentasi diletakkan dekat dengan ruang kontrol.

5. Lalu lintas manusia dan alat berat

Agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah ketika terjadi gangguan, maka jarak antara alat dan lebar jalan diatur seoptimal mungkin agar keamanan karyawan dalam bekerja terjamin.

6. Jarak alat proses

Jarak alat proses pada pabrik perlu diperhatikan seperti alat-alat yang memiliki tekanan dan suhu yang tinggi harus di beri jarak dengan alat lainnya agar apabila terjadi ledakan pada alat tersebut tidak mengganggu pada alat lain.

7. Kemudahan pemeliharaan

Peralatan didalam pabrik diberi ruang gerak supaya memudahkan dalam perbaikan, perawatan, dan pergantian alat tersebut sehingga alat dapat berumur lebih lama dan berfungsi sebagaimana semestinya.

8. Keamanan

Untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan seperti terjebak di dalam pabrik ketika terjadi kecelakaan kerja atau kebakaran, maka alat-alat proses disusun dengan baik agar kendaraan atau pemadam kebakaran dapat menjangkau lokasi dengan mudah.

9. Pertimbangan ekonomi

Menempatkan peralatan produksi dengan baik akan memberikan dampak yang baik seperti meminimaliskan biaya operasi dan dapat menjamin kelancaran dan keamanan saat pabrik beroperasi.

BAB X

ORGANISASI PERUSAHAAN

10.1 Bentuk perusahaan

Pabrik asam nitrat akan didirikan dengan perencanaan sebagai berikut.

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Usaha : Industri Asam Nitrat
Kapasitas Produksi : 7000 Ton/Tahun
Lokasi Perusahaan : Cikarang, Bekasi, Jawa Barat

Pabrik asam nitrat direncanakan akan didirikan dalam bentuk perseroan terbatas (PT) yang didirikan lebih dari satu orang yang bersama-sama mempunyai komitmen mendirikan perseroan dengan memasukkan modalnya dalam bentuk saham dan aktenotaris yang berbadan hukum (Gatot supramono,1996).

Alasan memilih bentuk perusahaan terbatas (PT) ini didasarkan beberapa hal, antara lain:

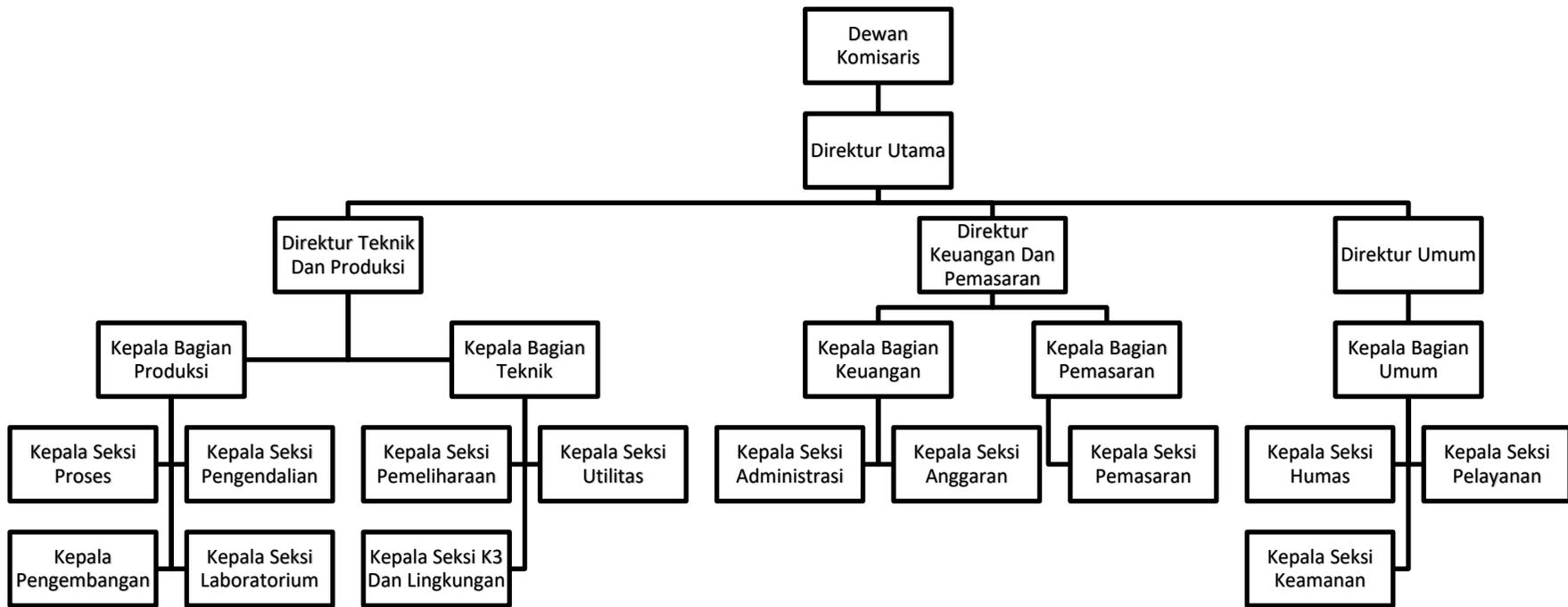
1. Mudah dalam mendapatkan modal.
2. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain.
3. Terpisahnya harta perusahaan dan harta pribadi.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin.
5. Modal dapat diperjual belikan.
6. Keuntungan dapat dibagi rata.
7. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama.

10.2 Struktur organisasi

Struktur organisasi merupakan sebuah hirarki (jennjang atau garis yang bertingkat) berisi komponen-komponen pendiri dan pengelola perusahaan yang menggambarkan adanya pembagian kerja dan bagaimana aktifitas dalam perusahaan yang berbeda mampu dikoordinasikan (Makaliwe, 1985). Dengan adanya struktur organisasi sasaran perusahaan akan mudah dicapai, rantai alir perusahaan lebih mudah mengatur aktivitas dan kebutuhan yang dapat mencapai visi dan misi perusahaan. Tingkatan kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut.

1. Pemegang Saham
2. Dewan Komisaris
3. Direktur Utama
4. Direktur Bidang
5. Kepala Bagian
6. Kepala Seksi
7. Kepala Shift
8. Karyawan dan Operator

Setiap tingkatan dan kepemimpinan mempunyai wewenang dan tanggung jawab masing-masing. Rapat umum pemegang saham merupakan letak kekuasaan tertinggi. Sedangkan wewenang dan tanggung jawab tertinggi adalah dewan komisaris.



Gambar 10. 1 Struktur Organisasi Perusahaan

10.3 Tugas dan Wewenang

A. Pemegang saham

Pemegang saham adalah orang-orang yang berjanji menyediakan modal untuk mendirikan perseroan terbatas (PT). Didalam PT, pengelolaan perusahaan dilimpahkan kepada mereka yang dianggap mampu mengelola tersebut. Orang yang mengelola biasanya disebut direktur utama. Seorang Direktur Utama diangkat untuk menjalankan kegiatan perusahaan dan mengembangkannya sesuai dengan visi dan misi perusahaan. Direktur utama tidak menjalankan bisnis sendiri, tetapi didukung oleh anggotanya.

Dalam pengelolaan perusahaan pemegang saham tidak turun langsung/bekerja karena sesuatu yang berhubungan dengan perusahaan semuanya telah diserahkan kepada direktur utama, akan tetapi pemegang saham masih tetap memiliki wewenang dan hak yang diberikan dalam bentuk rapat usaha pemilik saham (RUPS) yang dari hasil itu diberikan kepada komisaris dan direktur utama untuk di tindak lanjuti.

Hak dan wewenang pemegang saham ialah:

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi dari perusahaan.

B. Dewan komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemegang saham.

Hak dan wewenang dewan komisaris ialah:

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

C. Direktur utama

Direktur utama berada di bawah dewan komisaris dan membawahi direktur umum, direktur teknik dan produksi, direktur keuangan dan pemasaran.

Adapun hak dan wewenang direktur utama adalah:

1. Melaksanakan aturan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan menjaga kelangsungan hubungan yang baik antara pemegang saham, manajemen, konsumen dan karyawan.

Direktur utama membawahi:

1. Direktur teknik dan produksi

Direktur teknik dan produksi mempunyai wewenang untuk membuat kebijakan teknik operasi serta memantau kesinambungan operasional pabrik. Dalam pelaksanaan tugasnya direktur teknik dan produksi membawahi bagian teknik dan produksi, bagian utilitas dan pemeliharaan, dan bagian pusat penelitian dan pengembangan (litbang).

2. Direktur Keuangan dan Pemasaran

Direktur Keuangan dan Pemasaran mempunyai wewenang untuk melaksanakan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melakukan pengawasan terhadap keuangan perusahaan. Direktur Keuangan dan Pemasaran dalam melaksanakan tugasnya membawahi bagian keuangan dan bagian pemasaran.

3. Direktur umum

Direktur umum memiliki hak dan wewenang untuk menjalankan tata laksana seluruh unsur dalam organisasi. Direktur umum membawahi dua bagian yaitu bagian personalia dan bagian kesejahteraan umum.

D. Kepala bagian

Tugas kepala bagian yaitu mengatur, mengkoordinir, dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian bertanggung jawab kepada masing-masing direktur bagiannya.

Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Teknik

Kepala bagian teknik bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi. Kepala bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, kepala seksi utilitas, dan kepala seksi K3 dan lingkungan.

Adapun tugas kepala bagian teknik yaitu:

2. Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
3. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

2. Kepala bagian produksi

Kepala bagian produksi bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi dibawahnya. Kepala bagian produksi mengepalari kepala seksi proses, kepala seksi pengendalian, kepala seksi laboratorium, dan kepala seksi pengembangan dan penelitian. Adapun tugas kepala bagian produksi adalah bertanggung jawab atas operasi pabrik diunit proses dan unit utilitas juga menjaga kelangsungan proses produksinya.

3. Kepala bagian keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan pemasaran dalam mengelola seluruh keuangan perusahaan. Adapun tugas kepala bagian keuangan adalah mengkoordinir dan membawahi kepala-kepala seksi administrasi dan anggaran, mengawasi dan merekap semua aliran keuangan perusahaan dan bertanggung jawab untuk pembukuan perusahaan.

4. Kepala bagian pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertanggung jawab pada direktur keuangan dan pemasaran yang berkaitan dengan pemasaran hasil produksi. Adapun tugas kepala bagian pemasaran adalah memantau, memimpin, dan merekap kegiatan pemasaran produk dari pabrik hingga sampai ke tangan konsumen.

5. Kepala bagian umum

Kepala bagian umum bertanggung jawab pada direktur umum dalam bidang hubungan masyarakat dan pelayanan umum. Kepala bagian umum membawahi kepala seksi hubungan masyarakat, kepala seksi keamanan dan kepala seksi pelayanan umum. Adapun tugas kepala bagian umum yaitu melayani kepentingan hubungan antara masyarakat dan perusahaan, dan memberikan pelayanan kepada semua unsur didalam organisasi perusahaan pada bidang kesejahteraan, kesehatan serta keselamatan kerja bagi seluruh karyawan.

E. Kepala seksi

Tugas dan wewenang kepala seksi adalah sebagai berikut:

1. Bertanggung jawab kepada atasan atau kepala bagian masing-masing atas kelancaran kerja dalam mencapai misi yang telah ditentukan.
2. Membawahi beberapa kepala shift.
3. Bertanggung jawab atas kualitas dan kuantitas barang dan peralatan kerja.
4. Membuat suasana kerja yang baik dan menjamin keselamatan kerja karyawan.

Kepala seksi terdiri dari:

- a. Kepala seksi pemeliharaan
- b. Kepala seksi utilitas
- c. Kepala seksi k3 dan lingkungan
- d. Kepala seksi proses
- e. Kepala seksi pengendalian
- f. Kepala seksi penelitian dan pengembangan
- g. Kepala seksi laboratorium
- h. Kepala seksi keuangan
- i. Kepala seksi pemasaran
- j. Kepala seksi hubungan masyarakat
- k. Kepala seksi pelayanan umum
- l. Kepala seksi keamanan

F. Kepala *Shift*

Tugas dan wewenang kepala *shift* ialah:

1. Bertanggung jawab kepada kepala seksi dalam pemantauan langsung.
2. Memastikan kesiapan bahan dan serah terima antar kepala shift.
3. Mengatur pembagian kerja bawahan berdasarkan rencana kerja atasan sesuai prosedur.
4. Membangun kerjasama shift yang solid.

G. Operator dan karyawan

Operator/karyawan adalah tenaga pelaksana yang ditugaskan langsung untuk melaksanakan pekerjaan di lapangan sesuai dengan spesialisasi dan keahliannya. Semua pekerjaan lapangan adalah tugas dan tanggung jawab operator.

10.4 Tenaga kerja

10.4.1 Jam Kerja Karyawan

Pabrik asam nitrat ini mempunyai waktu kerja selama 330 hari dalam satu tahun, 24 jam dalam sehari. Untuk menjaga kelancaran kegiatan produksi serta mekanisme administrasi dan pemasaran, maka waktu kerja diatur dengan sistem shift dan non shift.

1. Kelompok Kerja *Non Shift*

Kelompok kerja non shift ialah kelompok kerja yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Kelompok kerja ini terdiri dari kepala seksi keatas, staff dna seluruh karyawan bagian umum.

Jadwal kerja karyawan non shift:

Hari senin – kamis :

08.00 – 15.00 WIB

12.00 – 13.00 WIB (istirahat)

Hari jum'at :

07.30 – 15.00 WIB

11.00 – 13.00 WIB (istirahat)

Hari sabtu, minggu, dan hari besar libur.

2. Kelompok Kerja *Shift*

Kelompok kerja *shift* ialah kelompok kerja yang menangani proses produksi secara langsung. Karyawan shift dibagi menjadi 4 (kelompok) yang bekerja secara bergiliran. Setiap hari kerja ada kelompok shift besar yang libur. Setiap kelompok shift terdiri atas seksi proses, utilitas, laboratorium, logistik, bengkel, listrik dan instrumentasi, safety dan security. Masing-masing shift mendapat libur 2 hari dalam 1 minggu.

Jadwal kerja karyawan shift:

- a. Shift I (siang) 07.00 – 15.00 WIB
- b. Shift II (sore) 15.00 – 23.00 WIB
- c. Shift III (malam) 23.00 – 07.00 WIB

Tabel 10. 1 Jadwal Kerja Karyawan Shift

Kelompok shift	Hari ke-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Dst
A	I	I	I	I	I	-	II	II	II	II	II	-
B	-	II	II	II	II	II	-	III	III	III	III	III
C	III	-	III	I	-	I	I	I	-	II	II	II
D	II	II	-	-	III	III	III	III	III	-	-	I

Keterangan:

A, B, C, D : Kelompok kerja karyawan

1, 2, 3, dst : Hari kerja ke- 1, 2, 3, dst

I, II, III : *Shift*

10.4.2 Hari kerja karyawan

Selama melaksanakan tugasnya, karyawan diberi masa cuti dalam kurun waktu satu tahun, yaitu:

1. Cuti tahunan

Karyawan berhak memiliki cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Apabila dalam waktu 1 tahun hak cuti tidak digunakan, maka hak itu akan hangus untuk waktu tersebut.

2. Hari libur nasional

Untuk karyawan harian (non *shift*), di hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan untuk karyawan *shift*, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari tersebut dihitung sebagai kerja lembur (*overtime*).

3. Kerja lembur (*overtime*)

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

10.4.3 Sistem Gaji Karyawan

Karyawan mendapatkan gaji setiap bulan pada tanggal 1. Apabila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji akan diberikan sehari sebelumnya. Adapun pembagian gaji karyawan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 10. 2 Gaji Karyawan

Jabatan	Kejuruan	Jumlah	Gaji Perbulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	S3	1	55.000.000	660.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	S3 Teknik Kimia	1	40.000.000	480.000.000
Direktur Keuangan Dan Pemasaran	S3 Teknik Industri	1	40.000.000	480.000.000
Direktur Umum	S3 Teknik Kimia	1	40.000.000	480.000.000
Staff Ahli	S2 Teknik Kimia	1	12.500.000	150.000.000
Sekretaris	S2 Administrasi	4	12.000.000	576.000.000
Ka. Bag Teknik	S2 Teknik Kimia	1	14.500.000	174.000.000
Ka. Bag Produksi	S2 Produksi Kimia	1	14.500.000	174.000.000
Ka. Bag Keuangan	S2 Manajemen	1	14.500.000	174.000.000
Ka. Bag Pemasaran	S2 Industri	1	14.500.000	174.000.000
Ka. Bag Umum	S2 Administrasi	1	14.500.000	174.000.000
Ka. Sek Proses	S2 Teknik Kimia	1	12.500.000	150.000.000
Ka. Sek Pengendalian	S2 Teknik Kimia	1	12.500.000	150.000.000
Ka. Sek Penelitian Dan Pengembangan	S2 Teknik Kimia	1	12.500.000	150.000.000

Ka. Sek Laboratorium	S2 Teknik Kimia	1	12.500.000	150.000.000
Ka. Sek Hubungan Masyarakat	S2 Sosial	1	12.500.000	150.000.000
Ka. Sek Pelayanan Umum	S2 Administrasi	1	12.500.000	150.000.000
Ka. Sek Pemeliharaan	S2 Teknik Mesin	1	12.500.000	150.000.000
Ka. Sek Utilitas	S2 Teknik Mesin	1	12.500.000	150.000.000
Ka. Sek K3 Dan Lingkungan	S2 Teknik Kimia	1	12.500.000	150.000.000
Ka. Sek Keuangan	S2 Manajemen	1	12.500.000	150.000.000
Ka. Sek Pemasaran	S2 Teknik Industri	1	12.500.000	150.000.000
Karyawan Bagian Proses	S1 Teknik Kimia	6	12.000.000	864.000.000
Karyawan Bagian Pengendalian	S1 Teknik Industri	1	8.000.000	96.000.000
Karyawan Bagian Litbang	S1 Teknik Industri	4	8.000.000	384.000.000
Karyawan Laboratorium	S1 Teknik Kimia	4	8.000.000	384.000.000
Karyawan Bagian Humas	S1 Sosial	4	8.000.000	384.000.000
Karyawan Bagian Pelayanan Umum	S1 Administrasi	4	8.000.000	384.000.000
Karyawan Bagian Pemeliharaan	S1 Teknik Mesin	4	8.000.000	384.000.000
Karyawan Bagian Utilitas	S1 Teknik Mesin	8	8.000.000	768.000.000
Karyawan K3 dan Lingkungan	S1 Teknik Kimia	4	8.000.000	384.000.000
Karyawan Bagian Keuangan	S1 Manajemen	4	8.000.000	384.000.000
Karyawan Bagian Pemasaran	S1 Teknik Industri	4	8.000.000	384.000.000
Petugas Keamanan	Ahli Keamanan (Sertifikat Pelatihan)	5	5.000.000	300.000.000
Operator	S1 Teknik Kimia	20	8.000.000	1.920.000.000
Dokter	Kedokteran	3	8.000.000	288.000.000
Paramedis	Kedokteran	4	7.000.000	336.000.000
Sopir	SMK/Sederajat (SIM A)	6	4.500.000	324.000.000
Bengkel	SMK/Sederajat	5	4.500.000	270.000.000

Cleaning Service	SMA/Sederajat	20	4.000.000	960.000.000
Total		135		14.544.000.000

BAB XI

ANALISA EKONOMI

11.1 Fungsi perusahaan

Dalam pra rancangan pabrik, analisis ekonomi diperlukan untuk mendapatkan analisis perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik, dengan mempertimbangkan pentingnya modal investasi, jumlah keuntungan yang akan diperoleh, dan jangka waktu investasi untuk mengembalikan modal yang diinvestasikan serta titik impas dimana total biaya produksi sama dengan laba. Selain itu analisis ekonomi dijelaskan untuk mengetahui apakah pabrik yang dibangun dapat menguntungkan dan layak. Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Perhitungan *Capital Investment* (Modal Investasi)
 - a. *Fixed Capital Investment* (Modal Tetap)
 - b. *Working Capital* (Modal Kerja)
2. Perhitungan *Production Cost* (Biaya Produksi)
 - a. *Manufacturing Cost* (Biaya Pabrik)
 - b. *General Expense* (Pengeluaran Umum)
3. Analisa *Fit and Proper Test* (Kelayakan)
 - a. Keuntungan (*Profit On Sales*)
 - b. *Return On Investment* (ROI)
 - c. *Pay Out Time* (POT)
 - d. *Break Even Point* (BEP)
 - e. *Shut Down Point* (SDP)
 - f. *Discounted Cash Flow* (DFC)

11.2 Biaya pembuatan

Setiap tahunnya harga alat-alat proses mengalami perubahan. Untuk mengetahui harga peralatan tiap tahunnya akan sangat sulit, sehingga dibutuhkan suatu metode untuk mempertimbangkan harga peralatan yang dahulu diketahui indeks peralatan pada tahun tertentu juga perlu mengetahui terlebih dahulu harga indeks peralatan proses pada tahun tersebut. Persamaan pendekatan yang dipakai untuk memperkirakan harga peralatan yang ada adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton, hal 16})$$

Dimana:

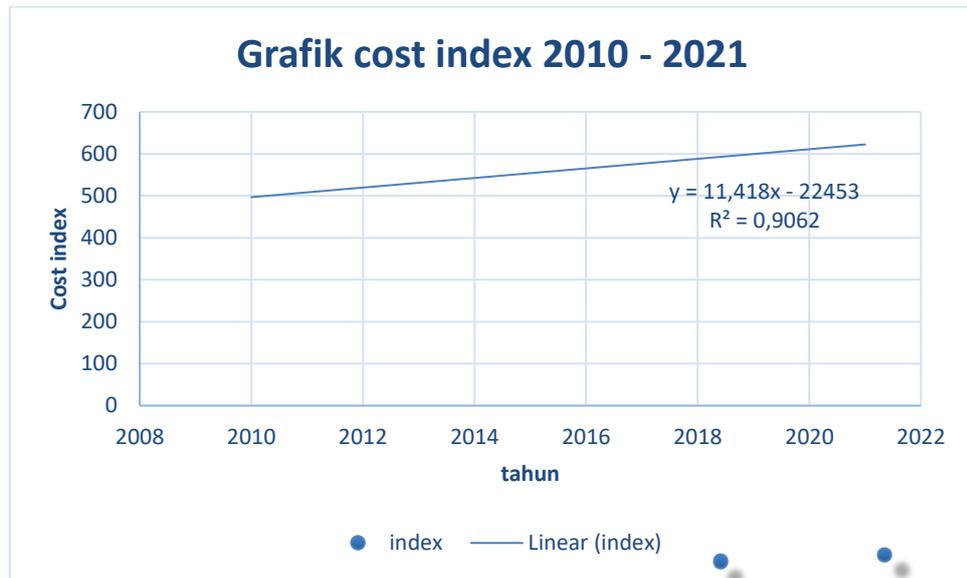
- Ex = Harga alat pada tahun x
- Ey = Harga alat pada tahun y
- Nx = Nilai indeks pada tahun x
- Ny = Nilai indeks pada tahun y

Tabel 11. 1 Harga Chemical Engineering Plant Cost Index

Tabel CEP Index	
Tahun	index
2010	501,9
2011	506,8
2012	535,7
2013	533,5
2014	535,67
2015	546,1
2016	559,8
2017	541,7
2018	597,94
2019	608,27
2020	618,6
2021	628,93

(Sumber: *Chemical Engineering* vol. Dan www.che.com)

Data diatas diubah ke dalam grafik CEP index untuk mengetahui indek harga alat pada tahun yang diinginkan.



Gambar 11. 1 Grafik *Chemical Engineering Plant* 2010-2021

Berdasarkan grafik diatas diperoleh persamaan $y = 11,418x - 22453$, sehingga indeks pada tahun 2024 adalah:

$$y = 11,418x - 22453$$

$$y = 11,418 (2024) - 22453$$

$$y = 657,032$$

untuk alat yang sama jenisnya tapi berbeda kapasitasnya, maka harga alat dapat dipertimbangkan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut.

$$Eb = Ea \left(\frac{Ca}{Cb} \right)^x \quad (\text{Aries \& Newton, hal. 15})$$

Dimana:

Ea = Harga alat a dengan kapasitas tertentu

Eb = Harga alat b dengan kapasitas tertentu

Ca = Kapasitas alat a

Cb = Kapasitas b

x = Eksponen

11.3 Dasar perhitungan

Basis perhitungan:

Kapasitas produksi : 7000 ton/tahun

Masa produksi : 330 hari

Rencana pendirian : 2024

Kurs mata uang :

Tabel 11. 2 Kurs Mata Uang Tahun 2017-2022

Tahun	Kurs dolar
2017	13.480
2018	14.409
2019	14.416
2020	13.866
2021	14.185
2022	14.267
Rata-rata	14.103

11.3.1 Capital investement

Capita investment adalah besarnya pengeluaran yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas produktif dan untuk menjalankannya. Capital investment meliputi:

1. *Fixed capital investment*

Fixed capital investment adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya pada sebuah plant (pabrik) baru.

2. *Working capital*

Working capital adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha (modal) secara normal dari suatu pabrik selama selang waktu tertentu.

11.3.2 Manufacturing cost

Manufacturing cost merupakan jumlah dari direct, indorect, dan fixed manufacturing cost, yang berkaitan dengan produk. Manufacturing cost terdiri dari:

a. *Direct manufacturing cost*

Direct manufacturing cost adalah pengeluaran yang berhubungan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect manufacturing cost*

Indirect manufacturing cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung dari operasi pabrik. Kesulitan ini ada pada menentukan batas antara direct dan indirect.

c. *Fixed manufacturing cost*

Fixed manufacturing cost adalah harga yang berkaitan dengan fixed capital dan pengeluaran yang bersangkutan yang mana harganya tetap, tidak bergantung waktu maupun tingkat produksi.

11.3.3 General expense

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

11.4 Analisa kelayakan

Agar dapat mengetahui keuntungan yang didapat tergolong besar atau tidak, sehingga bisa dikategorikan apakah pabrik tersebut layak atau tidak, maka dilakukan suatu analisis/evaluasi kelayakan.

1. *Percent Profit On Sales*

$$\text{Percent profit on sales (POS)} = \frac{\text{profit}}{\text{harga jual produk}} \times 100\%$$

2. *Percent Return On Investment*

Return on investment adalah level keuntungan yang dapat diperoleh dari level investasi yang telah dikeluarkan, (*Aries & Newton, hal. 193*).

$$\text{Return on investment (ROI)} = \frac{\text{Profit Per Year}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

3. *Pay out time*

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

$$\text{Pay out time (POT)} = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Profit per year} + \text{depreciation per year}}$$

4. *Break event point*

Break event point yaitu titik impas yang menunjukkan pada level berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP ini dapat menentukan level harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga juga unit penjualan yang harus dijangkau supaya memperoleh keuntungan.

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

Dimana:

Fa : *fixed manufacturing cost*

Ra : *regulated cost*

Va : *variabel cost*

Sa : *product sales*

5. Shut down point (SDP)

Shut down point adalah titik atau saat penentuan suatu kegiatan produksi dihentikan. Penyebabnya yaitu variabel cost yang terlalu tinggi, atau juga bisa karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya kegiatan produksi.

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

6. Discount cash flow (DFC)

Discount cash flow adalah penentuan rate of return yang ekuivalen dengan interest rate maximum (after taxes). Agar dapat meminjam uang dari bank untuk membiayai proyek pada masa servisnya, maka interest rate maximum yang diperoleh dari DFC harus lebih besar dari interest bank. Untuk memperoleh interest rate maximum digunakan cara trial dan error berdasarkan rumus berikut.

$$\begin{aligned} ((FC + WC) \times (1 + i)^n) &= (1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + (1 + i)^{n-3} + (1 + i)^{n-4} \\ &+ (1 + i)^{n-5} + (1 + i)^{n-6} + (1 + i)^{n-7} + (1 + i)^{n-8} + (1 + i)^{n-9} + (1 + i)^{n-10} \\ &+ 1) * C + WC + S \end{aligned}$$

Dimana:

n : *Plant Age*

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

C : *Cash Flow*

SV : *Salvage Value*

11.5 Perhitungan

A. *Direct Cost*

1	pengadaan alat	100%	Rp4.279.908.922
2	instrumentasi dan control	20%	Rp855.981.784
3	instalasi	23%	Rp984.379.052
4	perpipaan	15%	Rp641.986.338
5	perlistrikan	8%	Rp342.392.714
6	Harga FOB		Rp7.104.648.810
7	Ongkos angkutan kapal (8% FOB)	8%	Rp568.371.905
8	Harga C dan F		Rp7.673.020.715
9	Biaya asuransi (1% C dan F)	1%	Rp76.730.207
10	Harga CIF		Rp7.749.750.922
11	Biaya angkut barang (15% CIF)	15%	Rp1.162.462.638
12	Pemasangan alat	15%	Rp641.986.338
13	bangunan pabrik		Rp83.017.500.000
14	yard improvement	10%	Rp427.990.892
15	servis velisities	35%	Rp1.497.968.123
16	tanah		Rp22.587.300.000
17	Direct Cost		Rp117.084.958.913

B. *Indirect Cost*

18	Engineering and Supervision	30%	Rp1.283.972.677
19	contruction expenses	41%	Rp1.754.762.658
20	legal expenses	5%	Rp213.995.446
21	ongkos kontraktor	20%	Rp855.981.784
22	biaya tak terduga	45%	Rp1.925.959.015
23	Indirect Cost		Rp6.034.671.580

C. *Fixed Capital Investment*

Jumlah Direct Cost + Indirect Cost = Rp. 123.119.630.493

D. *Work Capital Invesment*

Nilai WCI adalah 15% dari TCI = Rp13.679.958.944

E. Total Production Cost (TPC)

No.	Perhitungan	Jumlah
1	Biaya produksi langsung (DPC)	Rp 214.259.833.815
2	Biaya tetap (FC)	Rp 16.005.551.964
3	Biaya plant overhead (POC)	Rp 243.942.067.303
4	Biaya pengeluaran umum (general expenses, GE)	Rp 26.485.138.735
5	Manufacturing cost (MC)	Rp 252. 305.795.325

F. Analisa kelayakan

1. Total biaya produksi

Tabel 11. 3 Total Biaya Produksi

No.	Kapasitas	Biaya operasi
1	60%	Rp 159.887.382.607,33
2	80%	Rp 213.183.176.809,77
3	100%	Rp 266.478.971.012,21

2. Investasi

Tabel 11. 4 Modal Pinjaman Selama Konstruksi

Masa Konstruksi	%	Modal Pinjaman		
		Biaya	Bunga	Biaya
-2	30	Rp 14.774.355.659,16	Rp -	Rp 14.774.355.659,16
-1	70	Rp 34.473.496.538,03	Rp 664.846.004,66	Rp 35.138.342.542,69
0			Rp 1.581.225.414,42	Rp 1.581.225.414,42
Modal Pinjaman Akhir Masa Masa Konstruksi				Rp 51.493.923.616

Tabel 11. 5 Modal Sendiri Selama Konstruksi

Masa Konstruksi	%	Modal Sendiri		
		Biaya	Inflasi 5,95%	Biaya
-2	70	51.710.244.807,04	Rp -	Rp 51.710.244.807,04
-1	30	22.161.533.488,73	Rp 3.076.759.566,02	Rp 25.238.293.054,75

0		Rp1.501.678.436,76	Rp 1.501.678.436,76
Akhir Masa Konstruksi			Rp 78.450.216.298,55

total modal investasi pada akhir masa konstruksi = **Rp 122.706.514.429**

3. Perhitungan harga penjualan produk

Dari perhitungan total biaya produksi kapasitas 100% didapatkan harga penjualan sebesar = Rp 266.478.971.012

4. Laju pengembalian modal (Internal rate of return, IRR)

Internal rate of return berdasarkan *discounted cash flow* adalah suatu tingkat bunga tertentu yang mana seluruh penerimaan akan tepat menutup jumlah pengeluaran modal (Kusnarjo, 2010).

Tabel 11. 6 Laju Pengembalian Modal

Tahun ke-n	Net Cash Flow	DF	Present Value
1	Rp 32.163.175.994	0,7435617	Rp 23.915.307.119
2	Rp 44.018.325.911	0,5528841	Rp 24.337.030.824
3	Rp 55.873.475.829	0,4111034	Rp 22.969.777.853
4	Rp 56.035.681.688	0,3056808	Rp 17.129.031.212
5	Rp 56.197.887.548	0,2272925	Rp 12.773.360.441
6	Rp 56.360.093.407	0,169006	Rp 9.525.195.889
7	Rp 56.522.299.266	0,1256664	Rp 7.102.955.063
8	Rp 56.684.505.126	0,0934407	Rp 5.296.642.265
9	Rp 56.846.710.985	0,069479	Rp 3.949.650.435
10	Rp 57.008.916.845	0,0516619	Rp 2.945.188.814
Total Present Value			Rp 129.944.139.915
Total Investasi Akhir			Rp 129.944.139.915

Harga
Trial i

= 34% Rp -

Dari perhitungan pada **Tabel 11.4**, diperoleh nilai sebesar 34% per tahun.

Karena harga yang diperoleh lebih besar dari bunga pinjaman yaitu sebesar lebih dari 4,50% per tahun, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk nerdiri.

5. Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Period*, POT)

Tabel 11. 7 Cummulative Cash Flow

Tahun ke-n	Net Cash Flow	Cummulative Cash Flow
------------	---------------	-----------------------

1	Rp	32.163.175.993,51	-Rp	90.956.454.499,45
2	Rp	44.018.325.911,19	-Rp	46.938.128.588,25
3	Rp	55.873.475.828,88	Rp	8.935.347.240,62
4	Rp	56.035.681.688,27	Rp	64.971.028.928,89
5	Rp	56.197.887.547,66	Rp	121.168.916.476,55
6	Rp	56.360.093.407,05	Rp	177.529.009.883,60
7	Rp	56.522.299.266,44	Rp	234.051.309.150,04
8	Rp	56.684.505.125,83	Rp	290.735.814.275,88
9	Rp	56.846.710.985,22	Rp	347.582.525.261,10
10	Rp	57.008.916.844,62	Rp	404.591.442.105,71

Dimana nilai TCI sebesar Rp 131.765.630.271

Dengan melakukan interpolasi nilai TCI pada tabel 11.4 maka waktu pengembalian modal diperoleh dalam waktu 4,7 tahun.

6. Analisa Titik Impas (*Break Event Point*, BEP)

Tabel 11. 8 Biaya Fc, Vc, Svc, Dan S

No	Keterangan	Jumlah
1	Biaya Tetap (FC)	Rp 16.005.551.964,08
2	Biaya Variabel (VC)	
	> Bahan Baku	Rp 182.167.920.000,00
	> Utilitas	Rp 2.139.954.460,86
	>Royalti	Rp 8.363.728.021,85
	Total Biaya Variabel (VC)	Rp 192.671.602.482,70
3	Biaya Semi Variabel (SVC)	
	> Buruh langsung	Rp 13.674.000.000,00
	> Pemeliharaan dan perbaikan	Rp 12.311.963.049,30
	> Operating supplies	Rp 1.231.196.304,93
	> Laboratorium	Rp 1.367.400.000,00
	> General Expenses	Rp 26.485.138.735,84
	> Plant Overhead Cost	Rp 243.942.067.303,82
	Total Biaya (SVC)	Rp 299.011.765.393,89
4	Total Penjualan (S)	Rp 518.000.000.000,00

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{(\text{FC} + 0,3 \text{ SVC})}{(\text{S} - 0,7 \text{ SVC} - \text{VC})} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 105.709.081.582}{\text{Rp } 116.020.161.741} \times 100\%
 \end{aligned}$$

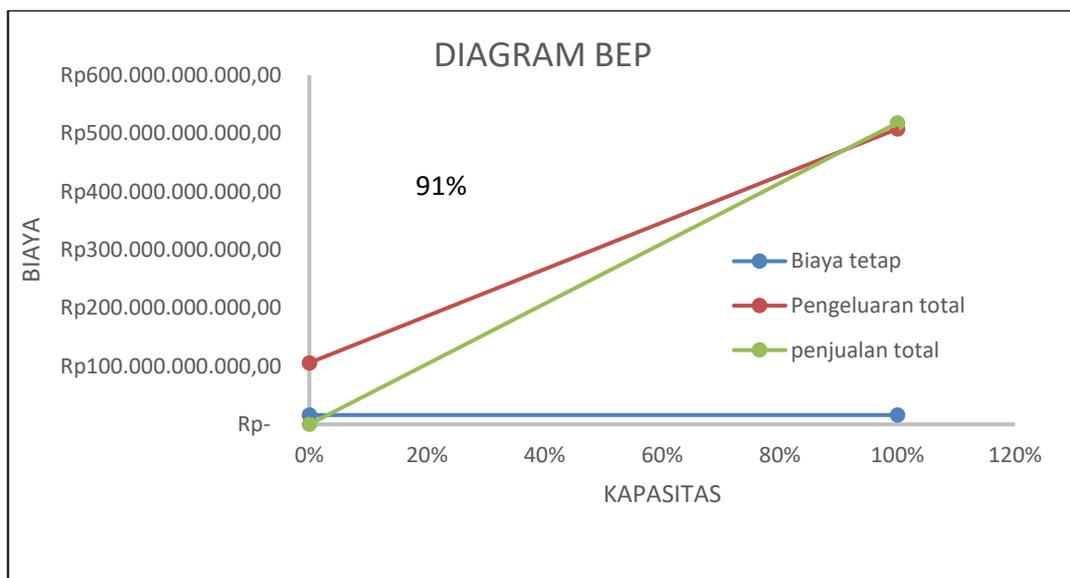
= 91%

Apabila digunakan dalam bentuk grafik, maka BEP dapat dicari sebagai berikut.

kapasitas	0%	100%
biaya tetap (FC)	Rp 16.005.551.964,08	Rp 16.005.551.964,08
Pengeluaran total	Rp 105.709.081.582,25	Rp 507.688.919.840,68
penjualan total (S)	Rp -	Rp 518.000.000.000,00

HPP dari produk

$$\frac{\text{TPC}}{\text{Kapasitas Produksi}} = \frac{\text{Rp}278.790.934.061,51}{7000000 \text{ kg/tahun}} = \text{Rp } 39.827,28 \text{ /kg}$$



Gambar 11. 2 diagram BEP

BAB XII

KESIMPULAN

Pabrik asam nitrat dari natrium nitrat dan asam sulfat dengan kapasitas 7000 ton per tahun akan didirikan di kota Cikarang tahun 2024 dengan pengelolaan perseroan terbatas (PT) sebagai salah satu upaya mengurangi kebutuhan import asam nitrat di Indonesia yang meningkat.

Banyaknya penggunaan natrium nitrat di sektor pertanian dan industri tekstil di Indonesia sehingga akan mudah dipasarkan, serta membuka lapangan kerja bagi masyarakat Indonesia juga dapat menumbuhkan sektor industri di Indonesia. Berdasarkan hasil ekonomi adalah sebagai berikut :

- a. Modal awal keseluruhan dalam satu tahun sebesar Rp 129.944.139.915
- b. Keuntungan yang didapatkan setiap tahun sebelum pajak Rp. 71.209.065.938 dan keuntungan yang diperoleh setelah pajak Rp 49.846.346.157 dengan pajak sebesar (30%).
- c. Modal kembali 6,2 tahun

Dari analisis di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik asam nitrat dari natrium nitrat dan asam sulfat dengan kapasitas 7000 ton / tahun ini layak dan baik untuk dipelajari lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan pusat statistika. 2018. *Data ekspor-impor asam nitrat tahun 2013 - 2018*. Diakses melalui: <http://www/bps.go.id>.
- Martyn And David (1989). *Chemical Engineering Design Project: A Case Study Approach*.
- Dr Rizal Fadli, 2021. *Mengenal kegunaan dan bahaya dari asam nitrat*. Diakses melalui: halodoc.com
- Efa, Firmania and Fifi, Kurniasari (2019). *Prarancangan Pabrik Asam Nitrat Proses Dun Pont Kapasitas 80.000 Ton/Tahun*. Skripsi Thesis, Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Encyclopedia of chemical technolog, kirk-othmer 1962
- ES Putri, RM Perdana (2021) *Prarancangan Pabrik Asam Nitrat dari Natrium Nitrat dan Asam Sulfat dengan Proses Retort Kapasitas 20.000 Ton/Tahun* - Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia. Diakses melalui: jtam.ulm.ac.id
- Faradifa Safira Dan Aulia Nur Pradiastika (2019) *Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat Dari Amonia Dan Udara Dengan Kapasitas 24.000 Ton/Tahun*. Skripsi Universitas Islam Indonesia. Di akses melalui <https://dspace.uui.ac.id>
- Fitria Anggraeni, Galih Ardhaneswari (2018). *Perancangan Pabrik Natrium Nitrat Dari Natrium Hidroksida Dan Asam Nitrat Dengan Kapasitas 32.000 Ton/Tahun*. Diakses melalui <https://dspace.uui.ac.id>
- <http://simoehch.blogspot.com/2015/07/manufacture-of-nitric-acid-from-nano3.html>
- <https://www.kikc.co.id/m/Profil/Klien/PT-Multi-Nitrotama-Kimia.html>
- <https://www.rumah.com/listing-properti/dijual-jual-tanah-industri-dalam-kawasan-industri-jababeka-phase-8-oleh-ermansyah-rully-19734968>
- Sudariyanto (2010) *Industrialisasi*. Diakses melalui www.googlebook.com pada tanggal 12/2/2022.
- James fredrik turangan (2011) *Pra Rancangan Pabrik Kimia Asam Nitrat dari Natrium Nitrat dan Asam Sulfat Kapasitas 70.000 Ton / Tahun*
- Kondisi-geografis-cikarang-kondisi-fisik-dan-non-fisik, diakses melalui: text-id.123dok.com

Miftahuddin (2021). *Pra Rancangan Pabrik Metanol Dari Gasifikasi Batubara Kapasitas 330.000 Ton/Tahun*. Tugas Akhir Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Peter And Timerhous, 2003

Rizki Dyah Arimurti (2016). *Prarancangan Pabrik Asam Nitrat Dari Asam Sulfat Dan Natrium Nitrat Kapasitas 35.000 Ton/Tahun*. Diakses melalui <http://eprints.ums.ac.id>

Sahaq, Anang Baharuddin and Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D. and , Kusmiyati, S.T, M.T, Ph.D, (2015) *Prarancangan Pabrik Asam Nitrat Dari Asam Sulfat Dan Natrium Nitrat Kapasitas 90.000 Ton/Tahun*. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Riska Nurohmah (2022). *Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat Dari Gas Buang PLTU Kapasitas 100.000 Ton Per Tahun*. Tugas Akhir Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

LAMPIRAN

1. Perhitungan Reaktor

Komponen-kmponen dalam tangki pencampur terdiri dari H₂O, H₂SO₄, maka perhitungan neraca massanya adalah sebagai berikut:

$$\text{H}_2\text{O} = 18,01528 \text{ g/mol}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 98,079 \text{ g/mol}$$

Basis ; 100 kg NaNO₃

$$\text{Kadar NaNO}_3 = 98 \%$$

$$\text{H}_2\text{O} = 2 \text{ kg}$$

$$\text{NaNO}_3 \text{ masuk} = 100 \text{ kg} = 1,176470588 \text{ kmol}$$

Konversi 0,97

$$\begin{aligned} \text{NaNO}_3 \text{ reaksi} &= 1,176470588 \times 0,97 \\ &= 1,141176471 \text{ kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NaNO}_3 \text{ sisa} &= 1,176470588 - 1,141176471 \\ &= 0,035294118 \text{ kmol} \\ &= 3 \text{ kg} \end{aligned}$$



H₂SO₄ yang diumpankan ekimolar

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ masuk} &= 1,176470588 \text{ kmol} \\ &= 115,2941176 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ reaksi} &= 1,141176471 \text{ kmol} \\ &= 111,8352941 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ sisa} = 3,458823529 \text{ kg}$$

$$\text{Kadar H}_2\text{SO}_4 = 93\%$$

$$\text{H}_2\text{O dlm H}_2\text{SO}_4 = (7/100) \times 115,2941176 \text{ kg} = 8,070588235 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{NaHSO}_4 \text{ hasil} &= 1,141176471 \text{ kmol} \\ &= 136,9297647 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HNO}_3 \text{ hasil} &= 1,141176471 \text{ kmol} \\ &= 71,89411765 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O total dalam reaktor} &= \text{H}_2\text{O dlm NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O dlm H}_2\text{SO}_4 \\ &= 2 + 8,070588235 \end{aligned}$$

$$= 10,07058824 \text{ kg}$$

Asumsi: H₂O dalam Either Cake = 10 %

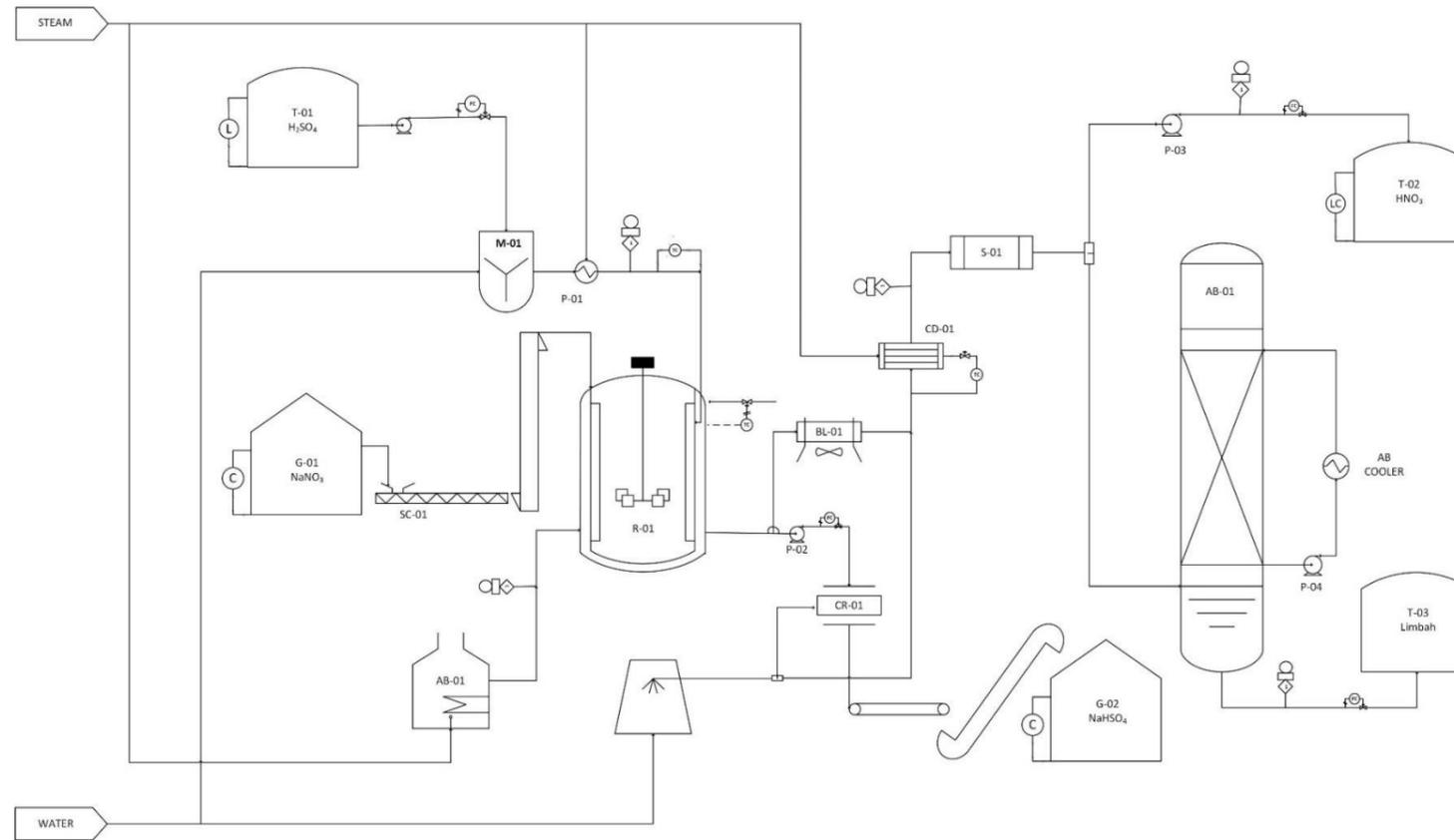
$$= 10/100 \times 10,07058824 \text{ kg}$$

$$= 1,007058824 \text{ kg}$$

H₂O keluar reaktor = 10,07058824 kg - 1,007058824 kg

$$= 9,063529412 \text{ kg}$$

PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI NATRIUM NITRAT DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 7000 TON/TAHUN



Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4
NaNO ₃	934,8126101			
H ₂ SO ₄	1077,78395			
H ₂ O	94,1411474	84,7270158	84,727033	5,985606
HNO ₃		672,075277	672,075413	324,969908
NO ₂				8,534294
O ₂				49,072173

KODE	KETERANGAN
G-01	Gudang natrium nitrat
G-02	Gudang natrium bisulfat
T-01	Tanki asam sulfat
T-02	Tanki asam nitrat
T-03	Tanki limbah
R-01	Reaktor
CD-01	Condensor
S-01	Separator
AB-01	Absorber
M-01	Mixer
P	Pompa
He-01	Heat exchanger
B-01	Boiler
BL-01	Blower

SIMBOL	KETERANGAN
	Flow controller
	Temperature controller
	Level controller
	Stream ID
	Temperature °C
	Control valve
	Electric connection
	Piping

	JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI CILACAP
	PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM PABRIK ASAM NITRAT DARI NATRIUM NITRAT DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 7000 TON PER TAHUN
Dikerjakan oleh: AHMAD SULAIMAN (18242011002)	
Dosen pembimbing: 1. Siti khuzaimah S.T., M.Pd 2. Norma eralita M.Pd	