

**PRA RANCANGAN PABRIK *DINITROGEN OXIDE*
DARI *AMMONIUM NITRATE* DENGAN KAPASITAS
10.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



Oleh :

Nama : Ilham Kemal Pasha

Nama : Firas Aushaf Hadiningrat

NIM : 19521222

NIM : 19521225

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ilham Kemal Pasha

Nama : Firas Aushaf Hadiningrat

NIM : 19521222

NIM : 19521225

Yogyakarta, 24 Oktober 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil perancangan pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka penulis siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini penulis buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tanda Tangan,



Ilham Kemal Pasha

Tanda Tangan,

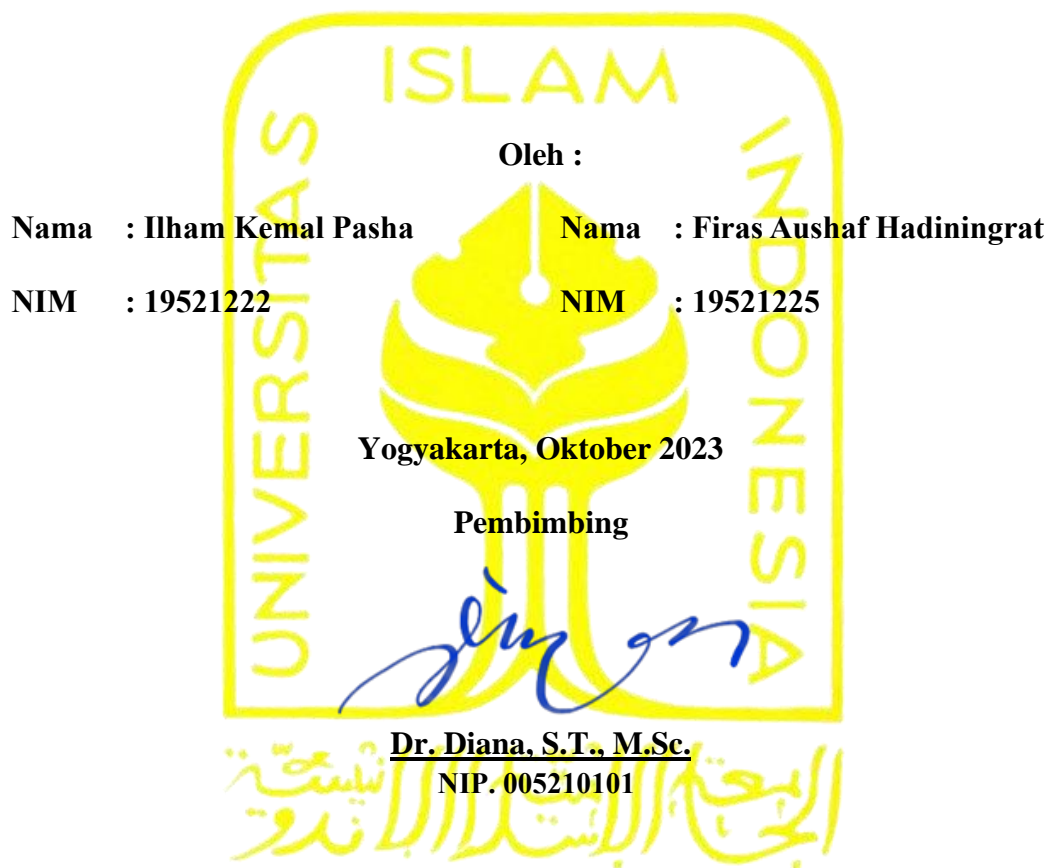


Firas Aushaf Hadiningrat

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK *DINITROGEN OXIDE* DARI
AMMONIUM NITRATE DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK *DINITROGEN OXIDE* DARI AMMONIUM
NITRATE DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Ilham Kemal Pasha Nama : Firas Aushaf Hadiningrat
NIM : 19521222 NIM : 19521225

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Desember 2023

Tim Penguji,

Dr. Diana S.T., M.Sc

Ketua

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng

Anggota I

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng

Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 995200445

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun laporan tugas akhir ini yang berjudul **“Pra Rancangan Pabrik Dinitrogen Oxide dari Ammonium Nitrate Kapasitas 10.000 ton/tahun”** tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang wajib ditempuh untuk menyelesaikan program Sarjana (S1) Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulisan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT karena atas segala kehendak-Nya, penulis diberi kesabaran dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan dalam menjalankan kehidupan sehari-hari.
3. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan kami serta memberikan dukungan serta motivasi kepada kami untuk menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

6. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia..
7. Ibu Diana Jirjis, S.T, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing kami, memberikan masukan, dan memberikan semangat kepada kami dalam penyusunan dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Ilham Kemal Pasha/Firas Aushaf H selaku *partner* tugas akhir yang selalu membantu dalam penyusunan tugas akhir.
9. Sahabat penulis yang tidak dapat di sebutkan satu persatu, yang selalu memberikan do'a, semangat dan dukungannya sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktunya.
10. Teman teman seperjuangan Teknik Kimia 2019 Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
11. Serta semua pihak yang telah membantu kami hingga terselesainya laporan Tugas Akhir ini.

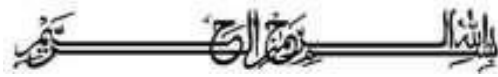
Kami menyadari masih banyak hal yang perlu diperbaiki dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan. Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi kami pada khususnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 02 November 2023

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbil 'alamin.

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada :

Allah SWT karena sudah mengabulkan doa-doa yang penulis panjatkan setiap harinya, melindungi penulis, memberikan petunjuk, dan hanya dengan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Kepada Orang tua penulis, ibu (Sri Tuti Indrawati) maupun ayah (Siddik Alghifari Anshary), dua orang paling berjasa dalam hidup penulis. Terimakasih atas kepercayaan yang diberikan untuk pergi mengejar pendidikan, serta pengorbanan, cinta, doa, motivasi, semangat, nasihat dan kata-kata yang selalu dilontarkan untuk selalu melibatkan Allah SWT dalam keadaan apapun dan juga tanpa lelah mendukung segala keputusan dan pilihan dalam hidup penulis. Tidak lupa dengan adik penulis (Queen Rania Az-Zahra) sosok yang selalu membuat penulis ingat akan rumah dengan tingkah laku dan sifat yang selalu dirindukan.

Terimakasih untuk bapak Ibu Diana, S.T., M.Sc. Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu ditengah kesibukannya untuk membimbing, mengarahkan, memberi ilmu, dan menasehati penulis.

Firas Aushaf Hadiningrat *Partner* penulis mulai dari Penelitian hingga Tugas Akhir. Terima kasih atas perjuangan, kerjasama, kesabaran dan semua yang telah dilewatkan semoga ilmu yang kita dapatkan berkah dan bermanfaat untuk sekitar. Dan maaf kalau selama penelitian hingga Tugas Akhir ini terdapat kesalahan dalam tutur kata ataupun tindakan yang berasal dari diri penulis..

Untuk Salmytha Putri yang selalu menemani dan selalu menjadi penyemangat penulis pada hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan Tugas Akhir. Terima kasih telah mendengarkan keluh kesah, berkontribusi banyak dalam penulisan tugas akhir ini, memberikan dukungan, semangat, tenaga, pikiran, materi maupun bantuan, terima kasih telah menjadi bagian perjalanan penulis hingga penyusunan tugas akhir ini. Tidak banyak yang bisa diucapkan untuk menggambarkan bagaimana perubahan baik yang datang selama beberapa tahun terakhir ini dengan bersama-sama, berusaha selalu mendukung segala perubahan besar maupun kecil untuk menjadi lebih baik satu sama lain.

Kepada sahabat penulis Tepoci (Firas, Faris, Hagel, Haidar, Bayu, Shella, Meta, dan Zahara), penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Keberadaan kalian telah menjadi sahabat setia selama perjalanan perkuliahan ini, memberikan warna pertemanan, kekeluargaan, dan kasih sayang yang sangat berarti. Terimakasih atas waktu dan pengorbanan yang kalian berikan. Tanpa kehadiran kalian, perjalanan perkuliahan penulis tidak akan seindah dan menyenangkan ini. Terima kasih juga karena telah berkontribusi merubah diri penulis menjadi pribadi yang lebih baik dalam berbagai aspek kehidupan dan pelajaran yang tak ternilai harganya.

Kepada teman-teman seperjuangan penulis di Teknik Kimia 2019, terutama kepada Herman, Teddy, Manan, Addin, Yovy, Cassanova, Luthfiyah, Brian, Sri, Mayang, Zalfa, Farrel, dan semua yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala kenangan berharga di dalam dan di luar kelas serta bantuan

dan kebaikan yang kalian berikan selama perkuliahan. Semoga kesuksesan menghampiri kita semua, baik dalam dunia maupun akhirat.

Dengan tulus dan penuh rasa syukur, penulis persembahkan untuk semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan tugas akhir ini. Semoga kebahagiaan, kesehatan, dan kebaikan yang menjadi landasan tugas akhir ini dapat memberikan inspirasi dan memberdayakan kita semua. Terimakasih atas dukungan dan kerjasama yang luar biasa. Semoga semangat kebaikan ini senantiasa mewarnai setiap langkah kehidupan kita.

(Ilham Kemal Pasha)

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbil 'alamin.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

Allah SWT karena sudah mengabulkan doa-doa yang penulis panjatkan setiap harinya, melindungi penulis, memberikan petunjuk, dan hanya dengan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, tidak lupa juga sholawat serta salam dicurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya karena tanpa dakwah penulis belum tentu mampu sampai pada titik ini.

Kepada dua manusia yang paling penulis sayangi, Mamah (Sulastri) maupun Papap (Arie Ariyanto Prawirodirdjo), karena telah memiliki peran besar dalam hidup penulis. terima kasih atas kepercayaan yang diberikan untuk pergi mengejar pendidikan, serta pengorbanan, cinta, do'a, motivasi, semangat, nasihat dan kata-kata untuk "selalu ingat dan minta pertolongan Allah SWT dalam keadaan apapun" dan juga tanpa lelah mendukung segala keputusan serta pilihan dalam hidup penulis. Tidak lupa dengan kakak beserta adik-adik tersayang penulis (Raihan Arya Hadiningrat, Tsarwan Asyraf Hadiningrat, Bintang A'isy Hadiningrat) sosok yang selalu membuat penulis ingat akan rumah dengan tingkah laku dan sifat yang selalu dirindukan. Terima kasih telah menjadi rumah yang selalu mendukung dan memberi pandangan atas keputusan-keputusan yang akan penulis ambil.

Terima kasih untuk Ibu Dr. Diana Jirjis, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing,

mengarahkan, memberi ilmu, dan menasehati kami dalam setiap keputusan yang ingin penulis ambil. Tidak lupa juga seluruh tenaga didik dari Program Studi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia yang senantiasa memberikan ilmu yang tiada akhirnya. Semoga Ibu Diana serta bapak/ibu semua selalu diberikan kesehatan dan kebahagiaan dalam setiap langkahnya.

Kemudian, kepada Ilham Kemal Pasha selaku rekan seperjuangan penulis mulai dari Penelitian hingga Tugas Akhir. Terima kasih atas perjuangan, kerja sama, kesabaran dan semua yang telah dilewatkan, semoga ilmu yang kita dapatkan menjadi berkah dan bermanfaat untuk sekitar. Dan tidak lupa permohonan maaf apabila selama Penelitian hingga Tugas Akhir terdapat kesalahan dalam tutur kata ataupun tindakan yang berasal dari diri penulis.

Teruntuk sahabat, teman, rekan, yang selalu mendukung serta membantu, mendukung secara moral dan materil penulis. Tepoci (Kemal, Faris, Hagel, Haidar, Bayu, Shella, Meta, dan Zahara) Mungkin tanpa ada kalian, perjalanan perkuliahan yang penulis alami tidak akan seindah dan semenyenang sampai dipenghujung masa perkuliahan ini. terima kasih telah merubah pribadi penulis menjadi pribadi yang lebih baik dalam berbagai aspek kehidupan dan pelajaran yang tidak terhitung nilai nya. Sampai bertemu kembali di waktu dan suasana yang terbaik.

Kemudian untuk teman-teman seperjuangan penulis selama perkuliahan, terutama (Herman, Teddy, Manan, Addin, Yovy, Cassanova, Luthfiyah, Brian, Kiki, Kholis, Sri, Mayang, Zalfa, Yassin, dan Ardi). Dan untuk orang-orang yang pernah hadir dan tidak mampu penulis sebutkan namanya, terima kasih sudah hadir dan menjadi pengalaman-pengalaman yang mampu membentuk penulis menjadi insan

yang lebih baik dari sebelumnya, tanpa adanya pengalaman tersebut belum tentu penulis akan sampai pada titik ini. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan kepada diri penulis menjadi amalan kebaikan di setiap langkah kehidupan.

Terakhir, untuk semua orang-orang yang telah penulis torehkan, semoga selalu ada kebahagiaan, kesehatan, kebaikan, dan kesejahteraan di dalam setiap titik ataupun langkah di dalam kehidupan. Terimakasih atas semua kebaikan-kebaikan moral yang telah diberikan hingga penulis bisa sampai pada titik ini.

(Firas Aushaf Hadiningrat)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN.....	xvii
ABSTRAK	xix
<i>ABSTRACT</i>	xx
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.3 Tinjauan Pustaka	7
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Tinjauan Kinetika	8
BAB II	11
PERANCANGAN PRODUK	11
2.1 Spesifikasi Produk	11
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung.....	12
2.3 Pengendalian Kualitas	13
BAB III.....	18
PERANCANGAN PROSES.....	18
3.1 Diagram Alir Proses dan Material	18
3.2 Uraian Proses.....	20
3.3 Spesifikasi Alat.....	21
3.4 Neraca Massa	34
3.5 Neraca Panas	36
BAB IV	38
PERANCANGAN PABRIK	38

4.1	Lokasi Pabrik.....	38
4.2	Tata Letak Pabrik.....	48
4.3	Tata Letak Mesin / Alat Proses.....	51
4.4	Organisasi Perusahaan.....	53
BAB V.....		74
UTILITAS.....		74
5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	74
5.2	Kebutuhan Pembangkit <i>Steam</i>	85
5.3	Unit Pembangkit Listrik.....	86
5.4	Unit Penyedia Udara Tekan.....	89
5.5	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	89
5.6	Unit Pengolahan Lanjut.....	90
BAB VI.....		93
EVALUASI EKONOMI.....		93
6.1	Penaksiran Harga Alat.....	96
6.2	Dasar Perhitungan.....	99
6.3	Perhitungan Biaya.....	99
6.4	Analisis Resiko Pabrik.....	103
6.5	Hasil Analisa Kelayakan.....	106
BAB VII.....		110
PENUTUP.....		110
7.1	Kesimpulan.....	110
7.2	Saran.....	111
DAFTAR PUSTAKA.....		112
LAMPIRAN.....		114

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jumlah Rumah Sakit di Indonesia	3
Tabel 1. 2 Pabrik Produksi Dinitrogen Oxide	4
Tabel 1. 3 Data Kebutuhan N ₂ O Negara Australia	6
Tabel 1. 4 Pembentukan Panas Standar ΔH_f°	9
Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk	11
Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung	12
Tabel 3. 1 Neraca Massa Total	34
Tabel 3. 2 Neraca Massa Mixer	34
Tabel 3. 3 Neraca Massa Vaporizer	35
Tabel 3. 4 Neraca Massa Separator	35
Tabel 3. 5 Neraca Massa Reaktor	35
Tabel 3. 6 Neraca Massa Condensor Partial	35
Tabel 3. 7 Neraca Massa Separator 2	36
Tabel 3. 8 Neraca Panas Vaporizer	36
Tabel 3. 9 Neraca Panas Reaktor	36
Tabel 3. 10 Neraca Panas Condensor Parsial	36
Tabel 3. 11 Neraca Panas <i>Heater</i>	37
Tabel 3. 12 Neraca Panas <i>Cooler</i> 1	37
Tabel 3. 13 Neraca Panas <i>Cooler</i> 2	37
Tabel 3. 14 Neraca Panas <i>Cooler</i> 3	37
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan	49
Tabel 4. 2 <i>Shift</i> Kerja Karyawan	65
Tabel 4. 3 Rincian Pendidikan Karyawan	65
Tabel 4. 4 Daftar Gaji Karyawan	68
Tabel 5. 1 Spesifikasi Air Umpan <i>Boiler</i>	77
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pembangkit Steam	84
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Pendingin	84
Tabel 5. 4 Kebutuhan Air <i>Service</i>	85
Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Alat Proses	87
Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas	87
Tabel 5. 7 Spesifikasi Minyak Bahan Bakar	89
Tabel 6. 1 Index Harga Alat Tahun 1980-2015	97
Tabel 6. 2 <i>Physical Plant Cost</i> (PPC)	99
Tabel 6. 3 <i>Direct Plant Cost</i> (DPC)	100
Tabel 6. 4 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	100
Tabel 6. 5 <i>Working Capital</i> (WC)	101
Tabel 6. 6 <i>Direct Manufacturing cost</i> (DMC)	101
Tabel 6. 7 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	102
Tabel 6. 8 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FCI)	102
Tabel 6. 9 <i>Total Manufacturing Cost</i>	102
Tabel 6. 10 <i>General Expense</i> (GE)	103
Tabel 6. 11 <i>Total Production Cost</i> (TPC)	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah Rumah Sakit di Indonesia.....	3
Gambar 1. 2 Regresi Linear Jumlah Rumah Sakit.....	4
Gambar 1. 3 Regresi Linear Data Kebutuhan N ₂ O Negara Australia	6
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif	18
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif	19
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pabrik.....	44
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik	51
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses	52
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan	53
Gambar 5. 1 Diagram Utilitas	92
Gambar 6. 1 Index Harga Alat	98
Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi.....	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perancangan Reaktor.....	114
Lampiran B <i>Process Engineering Flow Diagram</i> (PEFD)	116
Lampiran C Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan PABRIK	117

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: <i>Temperature</i> , °C
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
π	: Jari-jari, in
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
V	: Volume, m ³
m	: Massa, kg
P	: Tekanan, psia
T	: Waktu, jam
K	: Konstanta kinetika reaksi, /menit
Fv	: Laju alir, m ³ /jam
Ms	: Massa <i>steam</i> , kg
A	: Luas bidang penumpang, ft ²
x	: Konversi, %
TD	: Titik didih, °C
Dt	: Dimensi reaktor, m
ID	: <i>Inside</i> diameter, in
OD	: <i>Outside</i> diameter, in
ts	: Ketebalan dinding, in
th	: Ketebalan <i>head</i> , in
P	: <i>Power</i> motor, hP
Re	: Bilangan <i>Reynold</i>
E	: Efisiensi sambungan
Ri	: Jari-jari reaktor
C	: <i>Corrision allowance</i>
f	: <i>Allowable stress</i> , psia
icr	: Jari-jari sudut dalam, in
W	: Faktor intensifikasi tegangan untuk jenis <i>head</i>
sg	: <i>Spesific gravity</i>
Di	: Diameter pengaduk, m
W	: Tinggi pengaduk, m
Wb	: Lebar <i>baffle</i> , m
L	: Lebar pengaduk, m
Zi	: Jarak pengaduk, m
ZL	: Tinggi pengaduk, m
N	: Kecepatan pengadukan, rpm
Rd	: Faktor pengotor
H	: Efisiensi
N	: Jumlah banyaknya lilitan
L	: Panjang koil, m
p	: Panjang, m

l : Lebar, m
hi : *Inside film coefficient*, Btu/jam $ft^2\text{°F}$
hio : *Outside film coefficient*, Btu/jam $ft^2\text{°F}$
jH : *Heat transfer factor*
LMTD : *Long mean temperature different*, °F
Nt : *Jumlah tube*

ABSTRAK

Pabrik Dinitrogen Oksida (N_2O) dirancang dengan kapasitas 10.000 ton/tahun, menggunakan bahan baku *Ammonium nitrate* (NH_4NO_3). Pabrik Dinitrogen Oksida (N_2O) dirancang dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan Dinitrogen Oksida (N_2O) yang banyak digunakan dalam bidang farmasi sebagai bahan anestesi dan bahan baku *fuel combustion* pada mobil balap. Didasarkan pada aspek ketersediaan bahan baku, lokasi pabrik didirikan di *Krakatau Steel Industrial Estate Cilegon*, Banten. Pabrik beroperasi selama 330 hari efektif. Proses dekomposisi *Ammonium Nitrate* (NH_4NO_3) menjadi Dinitrogen Oksida (N_2O) terjadi di dalam sebuah Reaktor Alir Pipa ($R-01$) tanpa katalis pada suhu $260^\circ C$ dan tekanan 2,5 atm. *Ammonium Nitrat* (NH_4NO_3) sebagai bahan baku dengan kemurnian 98% yang berupa serbuk kristal, di simpan dalam *Silo* ($SL-01$) pada kondisi operasi $30^\circ C$ 1 atm akan dimasukkan ke *Mixer* (M) untuk dicampur dengan air. Cairan keluar dari *Mixer* ($M-01$) pada suhu $70^\circ C$, tekanan 2,5 atm dipompa ke *Vaporizer* ($VP-01$) untuk dipanaskan dari suhu $70^\circ C$ sampai $210^\circ C$ dan diuapkan, uap dan cairan yang terbentuk akan dipisahkan dengan menggunakan *Separator* ($SP-01$). Uap diumpukan ke *Reaktor Alir Pipa* ($R-01$) sehingga terjadi reaksi dekomposisi menjadi Dinitrogen Oksida (N_2O) dan Air (H_2O), sedangkan untuk cairannya dikembalikan ke *Vaporizer* ($VP-01$). Gas hasil reaksi keluar dari *Reaktor Alir Pipa* ($R-01$) didinginkan dengan *Cooler* ($CL-01$) sampai suhu $160^\circ C$ kemudian didinginkan dan diembunkan di dalam *Partial Condensor* ($CDP-01$) dari suhu $160^\circ C$ sampai $100^\circ C$. Fase uap dan cair yang berbentuk didalam *Partial Condensor* ($CDP-01$) selanjutnya dipisahkan didalam *Separator* ($SP-02$). Hasil bawah *Separator* ($SP - 02$) berupa fase cair yang selanjutnya dialirkan kembali untuk ke dalam *Mixer* ($M-01$). Uap hasil atas *Separator* ($SP-02$) dialirkan melewati *Cooler* ($CL-03$) dari suhu $100^\circ C$ sampai suhu $30^\circ C$, kemudian masuk ke *Tangki Penyimpanan Produk N_2O* ($T-01$). Pabrik ini membutuhkan *Fixed Capital* Rp 155.828.781.614 dan *Working Capital* Rp 82.927.906.352. Analisis ekonomi pabrik *Dinitrogen Oxide* menunjukkan bahwa dengan harga jual produk \$ 4,7 diperoleh nilai *ROI* sebelum pajak sebesar 23,61 % dan *ROI* sesudah pajak sebesar 14,17 %. Nilai *POT* sebelum pajak adalah 3,16 tahun dan *POT* sesudah pajak adalah 4,51 tahun. Nilai *DCF* sebesar 8,81 %, *BEP* sebesar 54,00% dari kapasitas produksi dan *SDP* sebesar 34,52 % dari kapasitas produksi. Berdasarkan data analisis ekonomi tersebut, maka pabrik *Dinitrogen Oxide* (N_2O) layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci : Anestesi, *ammonium nitrate*, dekomposisi, dinitrogen oxide, *fuel combustion*

ABSTRACT

Factory Nitrous Oxide (N₂O) is designed with a capacity of 10,000 tons /year, using raw materials Ammonium nitrate (NH₄NO₃). Factory Nitrous Oxide (N₂O) is designed with the aim to meet the needs of Nitrous Oxide (N₂O) are widely used in the pharmaceutical field as an anesthetic and raw materials fuel combustion in car racing. Is based on the aspect of availability of raw materials, the location of the factory was established in Krakatau Steel Industrial Estate Cilegon, Banten. The factory operated for 330 days effective. The process of decomposition of Ammonium Nitrate (NH₄NO₃) to Nitrous Oxide (N₂O) occurs in a Plug Flow Reactor (R) without a catalyst at a temperature of 260 ° C and a pressure of 2.5 atm. Ammonium nitrate (NH₄NO₃) as a raw material with a purity of 98% in the form of crystalline powder, stored in Silo (SL-01) on the operating conditions of 30°C 1 atm will be entered into Mixer (M-01) to be mixed with water. Liquid out of Mixer (M) at a temperature of 70°C, a pressure of 2,5 atm is pumped to the vaporizer (VP-01) to be heated from 70 °C to 210 °C and evaporated, vapor and liquid that is formed will be separated by using Separator (SP-01). Steam is fed to the Plug Flow Reactor (R-01) resulting in a decomposition reaction becomes Nitrous Oxide (N₂O) and water (H₂O), while the liquid is returned to the vaporizer (VP). Gas reaction products out of the Pipe Flow Reactor (R-01) is cooled with Cooler (CL-01) to a temperature of 160°C and then cooled and condensed in the Partial Condensor (CDP-01) of a temperature of 160°C to 100°C. Vapor phase and liquid form in the Partial Condensor (CDP-01) are then separated in the separator (SP-02). Results under Separator (SP-02) in the form of a liquid phase which is then piped to Mixer for recycle. Steam yield on Separator (SP-02) flowed through Cooler (CL-03) from the temperature of 100 °C to 30 °C, and then enter the Product Storage Tanks N₂O (T-01). This plant requires Fixed Capital Rp. 155.828.781.614 and Working Capital Rp 82.927.906.352. Dinitrogen Oxide plant economic analysis showed that the selling price of Rp obtained ROI value before tax of 23,61 % and ROI by 14,17 % after tax. POT value before tax was 3,16 years and POT after tax was 4,51 years. DCF value amounted to 8,81 %, BEP 54,00 % of its production capacity and SDP for 34,52 % of production capacity. Based on data from the economic analysis, the plant Nitrous Oxide (N₂O) deserves to be studied further.

Keywords : *Anesthetic ammonium nitrate, decomposition, dinitrogen oxide, fuel combustion.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kimia di Indonesia sedang mengalami pertumbuhan yang pesat. Ini tercermin dari data permintaan produk kimia yang semakin meningkat di beberapa sektor industri saat ini. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, perlu dilakukan upaya untuk mengembangkan industri kimia dalam negeri sehingga kita dapat bersaing dengan pabrik-pabrik dari luar negeri tanpa harus bergantung pada impor produk luar negeri.

Salah satu produk kimia yang permintaannya meningkat adalah Dinitrogen Oksida (N_2O). Produk ini memiliki prospek yang baik di berbagai industri, seperti industri kesehatan dan otomotif. Akan tetapi, di Indonesia, produksi Dinitrogen Oksida (N_2O) masih terbatas, dan cenderung mengandalkan hasil impor dari luar negeri. Tingginya impor produk ini dapat berdampak negatif pada kondisi perekonomian dalam negeri, hal tersebut termasuk dalam depresiasi nilai tukar mata uang.

Dalam industri kesehatan, senyawa ini digunakan untuk mengendalikan rasa sakit dan kecemasan dalam prosedur medis. Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) adalah jenis gas anestesi yang dapat menumpulkan sensasi nyeri di otak, Meskipun memiliki efek pereda rasa sakit, penggunaannya utamanya adalah untuk membuat pasien lebih rileks. Dalam konsentrasi tinggi, gas ini dapat menyebabkan hilangnya kesadaran pasien. Namun, jika dicampur

dengan Oksigen (O_2), gas ini dapat memiliki efek analgesik yang membantu mengurangi rasa nyeri jangka pendek dan menghilangkan kecemasan. Campuran 50% Dinitrogen Oksida (N_2O) dan 50% Oksigen (O_2) dalam proporsi yang sama. Dalam industri kesehatan, senyawa ini digunakan untuk mengendalikan rasa sakit dan kecemasan dalam prosedur medis. Meskipun demikian, gas Dinitrogen Oksida (N_2O) dan Oksigen (O_2) tidak digunakan untuk menggantikan obat bius dalam prosedur medis rutin karena mereka tidak membuat pasien kehilangan kesadaran. Selain digunakan dalam industri kesehatan, gas ini juga dapat digunakan dalam industri otomotif sebagai aerosol bahan bakar, sebagai oksidator dalam industri roket, dan dalam pembakaran bahan bakar pada roket dan mobil balap.

Pendirian pabrik Dinitrogen Oksida (N_2O) di Indonesia adalah langkah yang tepat karena permintaan pasar yang tinggi dalam berbagai industri. Pabrik ini akan menjadi produsen lokal yang dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Selain itu, ini juga akan menciptakan lapangan kerja dan membantu mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia. Dengan pertumbuhan penggunaan Dinitrogen Oksida (N_2O) dalam berbagai industri, kebutuhan akan produk ini diperkirakan akan terus meningkat di masa depan.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam penentuan kapasitas pabrik, kami meninjau dari aspek yang pertama yaitu kebutuhan Dinitrogen Oksida (N_2O) dalam negeri berdasarkan perkiraan penggunaan gas Dinitrogen Oksida (N_2O) di rumah sakit seluruh

indonesia selama setahun dan diproyeksikan 5 tahun kedepan beserta data impor dan expor serta aspek yang kedua yaitu ketersediaan bahan baku.

1.2.1 Data Rumah Sakit



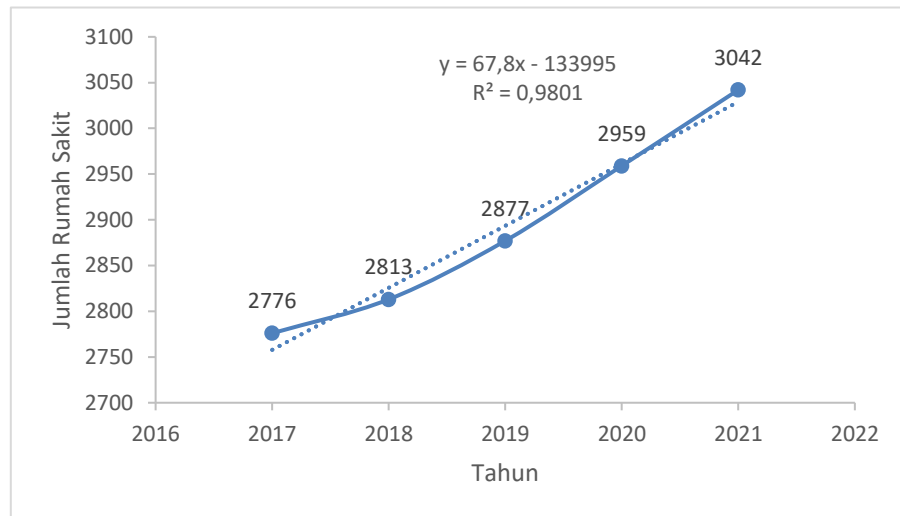
Gambar 1.1 Jumlah Rumah Sakit di Indonesia

Sumber: (Badan Pusat Statistik (BPS), 2022)

Tabel 1.1 Jumlah Rumah Sakit di Indonesia

Tahun	Jumlah Rumah Sakit
2017	2.776
2018	2.813
2019	2.877
2020	2.959
2021	3.042

Berdasarkan Tabel dan Gambar 1.1 maka dapat diproyeksikan besarnya kebutuhan Dinitrogen Oksida (N_2O) di Indonesia pada tahun 2026 dengan menggunakan regresi linear:



Gambar 1.2 Regresi Linear Jumlah Rumah Sakit

Hasil dari regresi linear data kebutuhan tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1.1 dengan persamaan $y = 67,8x - 133995$. Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka didapatkan proyeksi jumlah rumah sakit di Indonesia pada tahun 2026 berjumlah 3368. Pabrik yang memproduksi Dinitrogen Oxide di Indonesia sebagai berikut:

Tabel 1.2 Pabrik Produksi Dinitrogen Oxide

Perusahaan	Ton/Tahun
Aneka Gas Industri	10.000

Sumber : (<https://samatorgas.com/en/>)

1.2.2 Kebutuhan Dinitrogen Oksida (N₂O)

Berdasarkan kebutuhan rumah sakit terhadap penggunaan Dinitrogen Oksida (N₂O) sebagai salah satu obat anestesi inhalasi umum. Gas ini memiliki potensi yang rendah untuk anestesi sehingga dalam penggunaannya di dunia medis tidak digunakan sebagai agen tunggal oleh karena itu gas ini dikombinasikan dengan Oksigen, adanya

gas ini mengurangi kebutuhan akan anestesi lain yang lebih poten dan secara intrinsik lebih toksik. Ini memiliki tindakan analgesik yang kuat; inhalasi 50% Dinitrogen Oksida (N₂O) dalam oksigen mungkin memiliki efek yang mirip dengan dosis standar morfin. Pada umumnya rumah sakit mempunyai sistem gas sentral untuk oksigen (O₂) adalah 6000 gallon dan cadangan 10 galon gas medik, penggunaan rata-rata Dinitrogen Oksida (N₂O) pada setiap rumah sakit adalah satu tabung 6 kg/hari.

1.2.3 Pemilihan Kapasitas Pabrik

Berdasarkan data – data yang dimiliki tersebut, maka kebutuhan Dinitrogen Oksida (N₂O) setiap tahunnya akan selalu meningkat seiring dengan bertambah nya jumlah rumah sakit di Indonesia akan tetapi dengan produksi yang terdapat di Indonesia masih terbatas dan masih mengandalkan hasil import dari luar negeri. Oleh karena itu jika ditinjau kembali terhadap kebutuhan Dinitrogen Oksida (N₂O) diseluruh rumah sakit di Indonesia, didapatkan berupa asumsi sebagai berikut:

Jika penggunaan gas Dinitrogen Oksida (N₂O) per hari per rumah sakit adalah 6 kg/hari. Maka diasumsikan:

$$6 \text{ kg/hari} \times 3368 = 20.208 \text{ kg/hari}$$

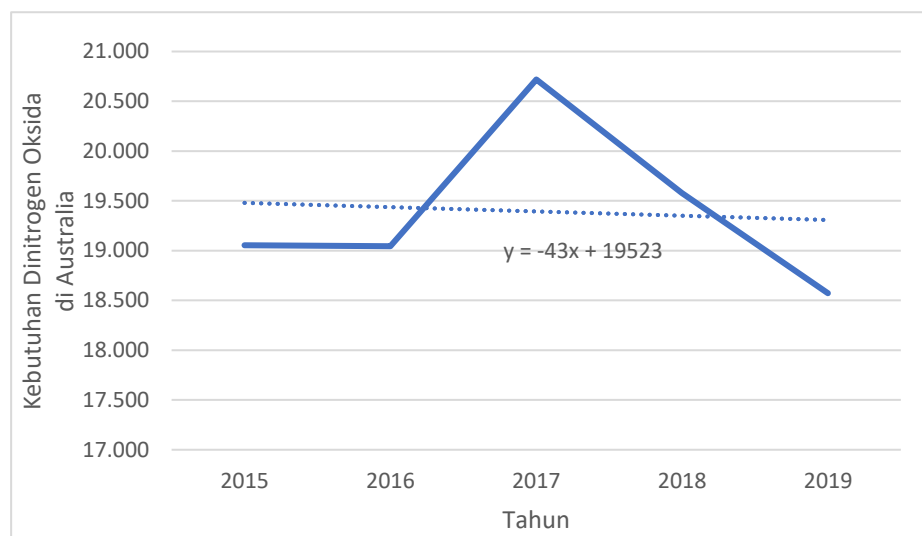
$$20.208 \text{ kg/hari} \times 365 \text{ hari} = 7.375.920 \text{ kg/tahun}$$

Jika dikonversikan dalam ton/tahun adalah 7.375,92 ton/tahun

Berdasarkan data kebutuhan Dinitrogen Oksida (N₂O) pada negara Australia adalah sebagai berikut :

Tabel 1.3 Data Kebutuhan N₂O Negara Australia

TAHUN	<i>Dinitrogen Oksida (N₂O)</i>
2015	19.055
2016	19.043
2017	20.719
2018	19.579
2019	18.572



Gambar 1. 3 Regresi Linear Data Kebutuhan N₂O Negara Australia

Dengan Hasil dari regresi linear data kebutuhan tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1.3 dengan persamaan $y = -43x + 19523$. Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka didapatkan proyeksi jumlah kebutuhan Dinitrogen Oksida (N₂O) pada tahun 2026 di Australia berjumlah 18.701 ton/tahun.

1.2.4 Pemilihan Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi Dinitrogen Oksida (N₂O) yang akan didirikan pada tahun 2026 diambil berdasarkan pertimbangan data kebutuhan dalam negeri dan kapasitas pabrik minimal yang sudah ada

sebelumnya, dapat dihasilkan pabrik Dinitrogen Oksida (N_2O) dengan kapasitas pabrik sebesar 10.000 ton/tahun. Didirikannya pabrik Dinitrogen Oksida (N_2O) ini diharapkan untuk mengembangkan industri dalam negeri agar mampu bersaing dengan pabrik dari luar negeri dalam memenuhi kebutuhan dari berbagai sektor industri tersebut secara mandiri. Dengan berdirinya pabrik Dinitrogen Oksida (N_2O) ini selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dengan kapasitas ini pula dapat memenuhi kebutuhan Dinitrogen Oksida (N_2O) sampai 14% di negara australia sebesar 2.618 ton/tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Dinitrogen Oksida (N_2O)

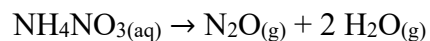
Dinitrogen Oksida atau N_2O merupakan sebuah gas tertawa yang tidak memiliki bau, tidak berwarna dan memiliki rasa manis. Gas ini pertama ditemukan oleh seorang ilmuwan bernama *Joseph Priestley* pada tahun 1793 yang merupakan orang pertama dalam mensintesis gas-gas penting seperti Oksigen, Karbon Monoksida, Karbon Dioksida, Sulfur dan Ammonia. Gas N_2O ini memiliki berat molekul 44 g/gmol, titik didih $-89,5\text{ }^\circ\text{C}$. Senyawa ini banyak digunakan sebagai suatu anestesi (obat bius) untuk mengurangi rasa sakit di bidang kedokteran dan digunakan juga sebagai aerosol bahan bakar.

1.3.2 Amonium nitrat (NH₄NO₃)

Amonium nitrat adalah senyawa kimia dengan rumus kimia NH₄NO₃. Merupakan garam kristal putih yang terdiri dari ion amonium dan nitrat, suatu padatan yang berbentuk serbuk kristal, tidak berwarna dan mempunyai kemurnian yang tinggi. Senyawa ini sangat larut dalam air dan higroskopis sebagai padatan, meskipun tidak membentuk hidrat. Memiliki berat molekul 80 g/gmol, Titik didih NH₄NO₃ adalah 210°C, dan titik leleh NH₄NO₃ adalah 170°C. Ammonium Nitrate dapat digunakan sebagai fertiliser (pupuk) dan bahan peledak.

1.3.3 Proses Pembuatan Produk

Amonium nitrat (NH₄NO₃) dapat terurai menjadi dinitrogen oksida (N₂O) dengan pemanasan dengan suhu 200°C - 260 °C dengan konversi 98%, adapun reaksinya adalah sebagai berikut :

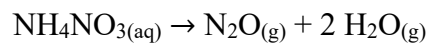


Panas yang dihasilkan selama proses ini dapat dimanfaatkan dan tidak ada reaksi samping. Oleh karena itu, lebih menguntungkan untuk menggunakan proses peruraian amonium nitrat, namun proses ini membutuhkan amonium nitrat yang mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi. (*Feick George 1954*).

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Tinjauan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Pengujian termodinamika bertujuan untuk mengetahui sifat reaksi (endoterm / eksotermis) dan reaksi berlangsung secara spontan atau tidak, serta arah reaksi (*reversible/irreversible*). Penentuan reaksi eksotermis atau endotermik dapat ditentukan dengan menghitung kalor pembentukan standar ΔH_f° .



Tabel 1.4 Pembentukan Panas Standar ΔH_f°

Senyawa	Formula	ΔH_f°
Ammonium nitrate	NH_4NO_3	-365.6
Dinitrogen Oxide	N_2O	81.6
Water	H_2O	-241.8

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_{(298\text{ K})} &= \sum \Delta H_f^\circ \text{ Produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ Reaktan} \\ &= (\sum \Delta H_f^\circ \text{ N}_2\text{O} + \sum \Delta H_f^\circ 2 \text{ H}_2\text{O}) - (\sum \Delta H_f^\circ \text{ NH}_4\text{NO}_3) \\ &= (81,6 + (2 * -241,8)) - (-365,6) \\ &= (81,6 + (2 * -241,8)) + (365,6) \\ &= (81,6 + (-483,6)) + (365,6) \\ &= (-402) + (365,6) \\ &= -36,4 \text{ kJ/mol} \\ &= -36,4 \times 10^3 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Untuk entalpi reaksi bernilai negatif ($-36,4 \times 10^3 \text{ J/mol}$) sehingga reaksi tersebut berjalan secara eksotermis. Secara penjelasannya, eksotermis merupakan kalor yang dihasilkan oleh suatu proses

pembakaran dipindahkan dari sistem ke lingkungannya (pelepasan panas).

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Tinjauan kinetika digunakan untuk menganalisis laju reaksi atau kecepatan reaksi. Laju reaksi dinyatakan sebagai perubahan konsentrasi reaktan terhadap waktu. Secara umum, laju reaksi akan meningkat dengan bertambahnya suhu. Semakin cepat laju reaksi maka volume reaktor yang diperlukan semakin kecil. Ditinjau dari kinetika dapat dilihat berdasarkan persamaan Arrhenius :

$$k = Ae^{-Ea/RT}$$

Keterangan :

K = Konstanta Kecepatan Reaksi

A = Faktor Frekuensi Tumbukan

Ea = Energi Aktivasi

R = Konstanta Gas

T = Temperatur Operasi

Reaksi terjadi pada 260°C



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi orde satu, eksotermis dan steady state, memiliki harga konstanta kecepatan reaksi (k) :

A = 0,7846 sec^{-1}

Ea = 95,9 KJ/mol

$$R = 8,314 \text{ KJ/mol}$$

Sehingga :

$$k = 0,7846 \times \exp\left(\frac{95,9}{RT}\right) \quad (\text{Oxley 1989})$$

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Pada perancangan pabrik kimia Dinitrogen Oksida (N₂O) dari Ammonium Nitrat (NH₄NO₃) ini akan menghasilkan produk utama berupa Dinitrogen Oksida (N₂O) dengan tingkat kemurnian 98% yang berbentuk serbuk kristal. Produk hasil nantinya digunakan kembali sebagai bahan baku dan diproses menjadi produk yang siap digunakan sesuai dengan keinginan konsumen. Kualitas dari produk yang dihasilkan dipengaruhi oleh 4 variabel, yaitu spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu, spesifikasi produk, dan pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Produk

Tabel 2.1 Spesifikasi Produk

Spesifikasi	Produk
	Dinitrogen Oksida
Rumus Kimia	N ₂ O
Berat Molekul, g/mol	44
Wujud	Gas
Warna	Tidak Berwarna
Densitas, kg/m³ (25°C)	1,977
Titik Beku, °C	-90,86
Titik Didih, °C	-88,48
Temperatur Kritis, °C	36,42
Tekanan Kritis, atm	71,5
Kemurnian, %	99,9

(E-Katalog.lkpp)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

Tabel 2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

Spesifikasi	Bahan Baku	Bahan Pendukung
	Ammonium Nitrat	Air
Rumus Kimia	NH_4NO_3	H_2O
Berat Molekul, g/mol	80	18

Lanjutan Tabel 2.2

Wujud	Serbuk Kristal	Cairan
Warna	Putih	Tidak Berwarna
Densitas, kg/m³ (25°C)	1.725	1
Titik Leleh, °C	170	0
Titik Didih, °C	210	100
Temperatur Kritis, °C	256,85	374
Kemurnian, %	98	99

(SmartLab)

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas atau yang biasa disebut dengan *Quality Control* merupakan suatu proses yang digunakan dalam pembuatan maupun dalam pelaksanaan sebuah usaha sebagai peninjau kualitas daripada semua kegiatan proses produksi. Pengendalian kualitas juga digunakan sebagai salah satu point standarisasi akan sebuah produksi, menganalisis suatu produk yang akan dibuat, menganalisis akan tindakan apabila terjadi kesalahan atau keliruan yang dilakukan saat proses pembuatan produk berlangsung demi hasil akhir produk yang maksimal. Pada pabrik Dinitrogen Oksida ini menggunakan beberapa pengendalian kualitas yang meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku merupakan bagaimana mengelola suatu bahan baku yang akan diproses menjadi produk, kualitas bahan baku merupakan faktor utama yang akan menentukan bagaimana hasil daripada produk yang akan dibuat. Apabila kualitas bahan baku tidak sesuai dengan standarisasi maka hasil produk akan

kurang maksimal begitu juga sebaliknya apabila kualitas bahan baku diatas atau sesuai dengan standarisasi maka hasil dari produk akan bisa maksimal. Oleh karena itu sebelum bahan baku yang akan dibuat menjadi suatu produk maka ada sebuah pengujian bahan baku guna untuk memperoleh hasil produk yang maksimal.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

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

2.3.4 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas pada proses dalam sistem produksi merupakan pengendalian kualitas terhadap proses produksi untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan dimulai dari bahan baku sampai menjadi produk. Sehingga diperlukan alat kontrol untuk setiap proses yang berlangsung yaitu instrumentasi. Instrumentasi adalah peralatan yang dipakai didalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Alat – alat intrumentasi dipasang pada setiap peralatan dengan tujuan agar para *engineer* dapat memantau dan mengontrol jalannya proses produksi dilapangan. Dengan adanya

instrumentasi ini pula, para *engineer* dapat segera melakukan tindakan apabila terjadi kesalahan dalam proses. Pada dasarnya pengendalian tersebut adalah agar kondisi proses di pabrik mencapai tingkat kesalahan (*error*) yang paling minimum sehingga produk dapat dihasilkan secara optimal.

Fungsi instrumentasi adalah sebagai pengontrol, petunjuk, pencatat, dan pemberi tanda bahaya. Peralatan instrumen bekerja secara mekanik atau dengan tenaga listrik dan pengontrolannya dilakukan secara manual ataupun otomatis. Penggunaan instrumen pada suatu peralatan proses memiliki beberapa pertimbangan ekonomi dan sistem peralatan alat itu sendiri. Pada pemakaian alat – alat tersebut dipasang diatas papan didekat peralatan proses dan dikontrol secara manual atau disatukan dalam satu ruangan kontrol yang dikontrol secara otomatis.

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

- a. Variabel kontrol (tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan)
- b. Variabel tambahan seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktifitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembaban, dan variabel lainnya. Pada dasarnya sistem pengendalian terdiri dari (*Considine, 1985*):
 1. Sensing elemen (*Primary Element*) Elemen yang menunjukkan adanya perubahan dari harga variabel yang diukur.

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

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

b) Tinggi Permukaan Cairan

1) *Level Controller* (LC) adalah instrumen yang digunakan untuk mengamati dan mengatur tinggi cairan dalam suatu alat dengan menggunakan level controller, yang terpasang pada alat.

2) *Level Indicator* (LI) adalah instrumen yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat.

c) Tekanan

1) *Pressure Controller* (PC) adalah instrumen yang digunakan untuk mengamati dan mengatur tekanan pada suatu proses ataupun pada suatu alat tertentu dengan menggunakan pressure controller yang terpasang pada alat.

2) *Pressure indicator* (PI) adalah alat yang digunakan untuk mengamati tekanan dalam suatu alat.

d) Aliran Cairan

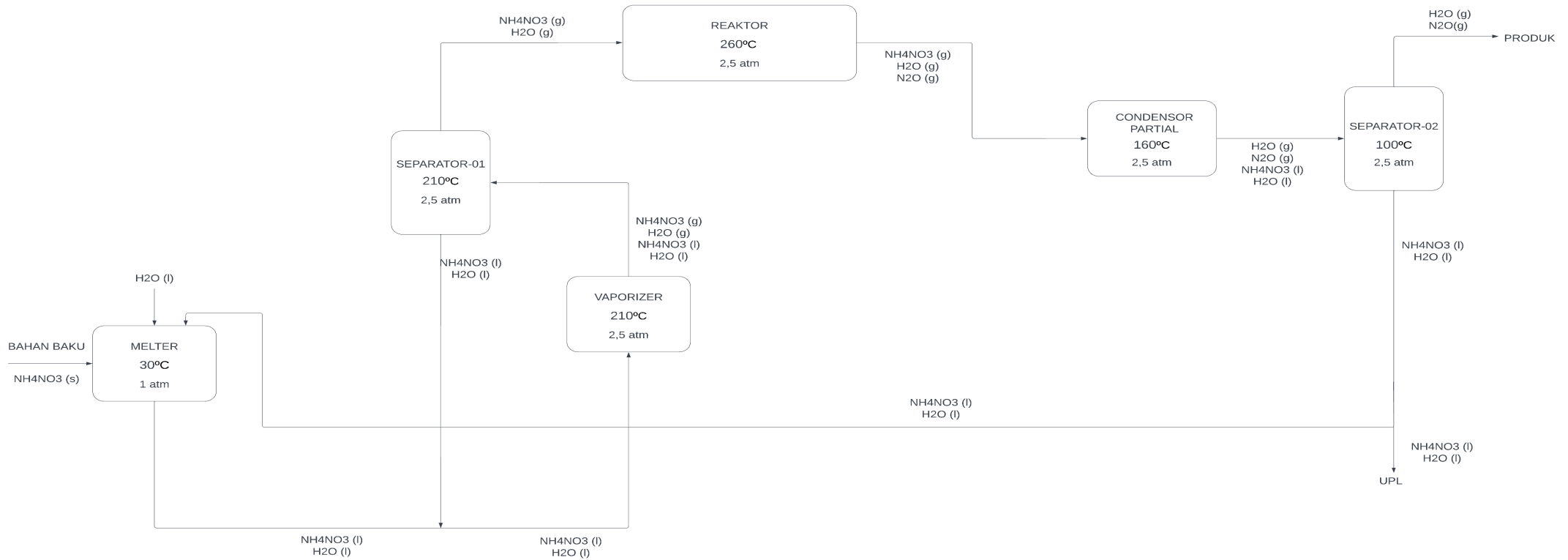
1) *Flow Controller* (FC) adalah instrument yang digunakan untuk mengamati dan mengatur laju aliran fluida pada suatu alat proses tertentu dengan menggunakan flow meter yang terpasang pada alat.

2) *Flow Indicator* (FI) adalah alat yang digunakan untuk mengamati laju aliran dalam suatu alat.

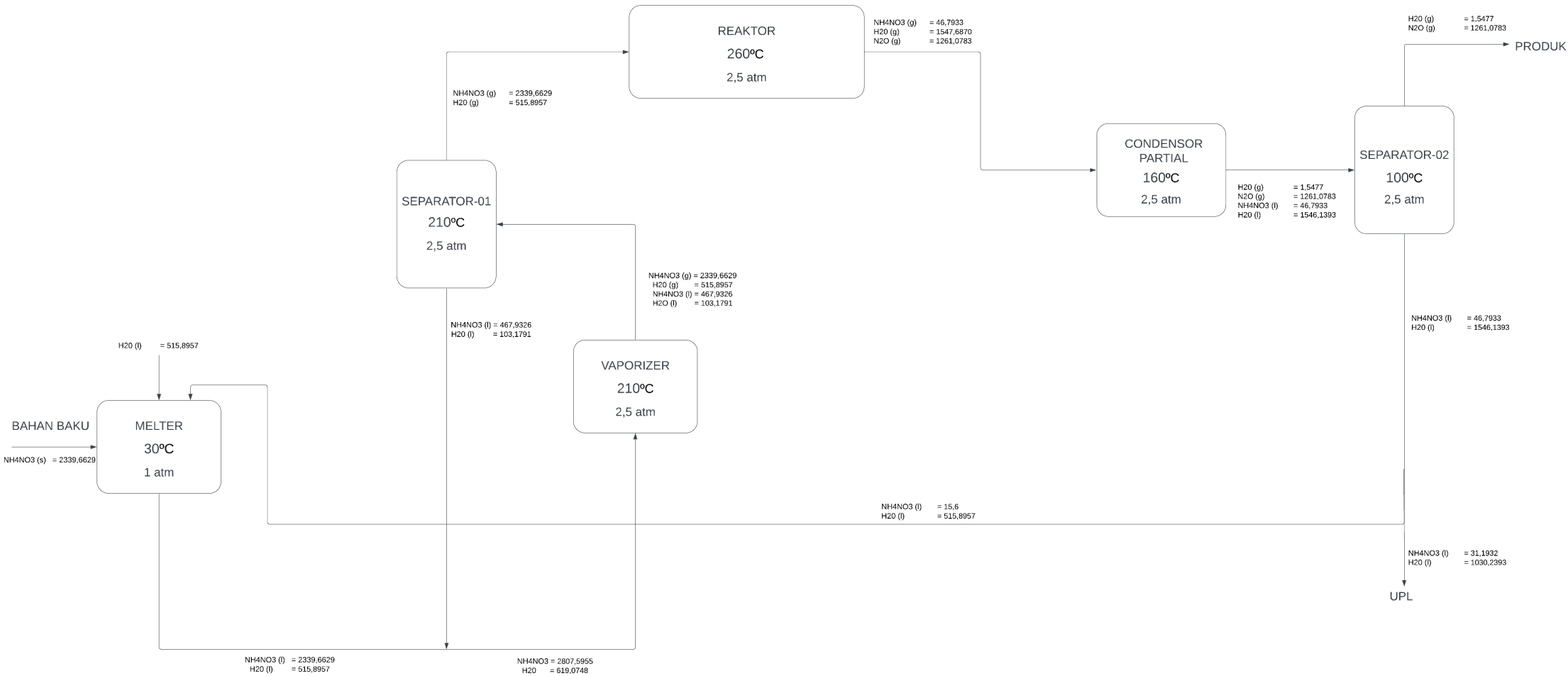
BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Diagram Alir Proses dan Material



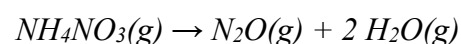
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Proses peruraian Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) menjadi Dinitrogen Oksida (N_2O) terjadi di dalam sebuah Reaktor Alir Pipa (R-01) tanpa katalis pada suhu 260°C dan tekanan 2,5 atm. Mula-mula Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) sebagai bahan baku yang berupa serbuk kristal (*colorless crystals*), disimpan dalam *Silo* (SL-01) pada kondisi operasi suhu 30°C dan tekanan 1 atm akan dimasukkan ke *Mixer* (M-01) untuk cairkan dengan menambah air, bulir Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) menuju *Mixer* (M-01) dengan menggunakan alat transport yaitu *Screw conveyor* (SC-01) dan *Bucket Elevator* (BE-01) kemudian setelah itu dimasukkan ke *Mixer* (M-01). Cairan keluar dari *Mixer* (M-01) pada suhu 70°C , tekanan 2,5 atm dipompa ke *Vaporizer* (VP-01) untuk dipanaskan dari suhu 70°C sampai 210°C dan diuapkan, kemudian uap dan cairan yang terbentuk akan dipisahkan dengan menggunakan *Separator* (SP-01). Hasil bawah berupa arus *liquid* yang akan *direcycle* kembali ke *vaporizer*, dan hasil atas berupa Uap yang akan dialirkan ke Reaktor Alir Pipa (R-01) sehingga terjadi reaksi dekomposisi menjadi Dinitrogen Oksida (N_2O) dan Air (H_2O), sedangkan untuk cairannya diuapkan kembali pada *Vaporizer* (VP-01). Reaksi yang terjadi dalam Reaktor (R-01) adalah sebagai berikut:



Gas hasil reaksi yang keluar dari Reaktor Alir Pipa (R) mempunyai suhu yang tinggi yaitu 260°C dengan tekanan 2,5 atm, sehingga perlu didinginkan dengan *Cooler* (CL-01) sampai suhu 160°C kemudian

didinginkan dan diembunkan di dalam *Condensor Parsial* (CDP-01) dari suhu 160°C sampai 100°C. Fase uap dan cair yang berbentuk didalam *Condensor Parsial* (CDP-01) selanjutnya dipisahkan di dalam *Separator* (SP-02). Hasil bawah *Separator* (SP-02) berupa fase cair yang selanjutnya dipompa ke UPL dan akan kembali *direcycle* sebagai bahan pelarut Ammonium Nitrat (NH_4NO_3), Uap hasil atas *Separator* (SP-02) Dinitrogen Oksida (N_2O) dialirkan melalui *Cooler* (CL-03) dari suhu 100°C sampai suhu 30°C, setelah masukkan ke Tangki Penyimpanan (T-01) produk Dinitrogen Oksida (N_2O).

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 *Silo (S-01)*

Fungsi	: Menyimpan Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) Padat untuk diumpankan ke <i>Screw Conveyor</i> (SC-01)
Jenis	: Silinder vertikal alas kerucut
Bahan	: <i>Carbon Steel SA -283 grade C</i>
Diameter	: 8,864 m
Tinggi	: 17,75 m
Tebal shell	: 0,0106 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$138.644

3.3.2 *Screw Conveyor (SC-01)*

Fungsi	: Mengalirkan Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) dari
--------	---

tangki menuju *Bucket Elevator* (BE-01) sebelum dimasukkan kedalam *Mixer* (M-01)

Jenis : *Horizontal Screw Conveyor*
 Bahan : *Stainless Steel SA 299 Grade 3 type 304*
 Diameter : 9 in
 Panjang : 4,57 m
 Kapasitas Alat : 57,645 ft³/jam
 Motor : 0,430 hp
 Jumlah : 1
 Harga : \$4.435

3.3.3 *Bucket Elevator* (BE-01)

Fungsi : Mengangkut Ammonium Nitrat (NH₄NO₃) padat dari *Screw Conveyor* menuju *Mixer* (M-01)
 Jenis : *Centrifugal Discharge Bucket Elevator*
 Kapasitas alat : 2.339 kg/jam
 Ukuran bucket : 8 in x 5,5 in
 Jarak antar bucket: 8 in
 Motor : Putaran : 28 rpm
 : Daya : 1,5 hp
 Jumlah : 1
 Efisiensi motor : 80%
 Harga : \$12.604

3.3.4 Mixer (M-01)

Fungsi : Mencampur bahan baku Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) dengan air untuk melarutkan bahan sebelum masuk ke *Vaporizer* (V-01)

Bahan : *High Alloy Steel SA – 240 grade S type 304*

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

: Suhu : 70°C

: Jenis Pemanas : Steam

Volume : 0,670 m³

Diameter : 0,912 m

Tinggi : 1,369 m

Jumlah Pengaduk: 2

Kecepatan Pengaduk : 1030 rpm

Daya : 170 Hp

Harga : \$14.004

3.3.5 Vaporizer (VP-01)

Fungsi : Memanaskan dan menguapkan Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) dari *Mixer* (M-01) dari suhu 70°C ke 210°C dengan pemanas *steam*

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Kondisi Operasi : Tekanan : 2,5 atm

: Suhu Masuk : 71°C

: Tekanan keluar : 2,5 atm

: Suhu Keluar : 210°C

Spesifikasi Alat :

Shell : Diameter dalam : 17,25 in
 Jumlah passes : 1
 Tube : Diameter Dalam : 0,782 in
 Diameter luar : 1 in
 Jumlah passes : 1
 Panjang tube : 12 ft
 Jumlah tube : 131
 Susunan : *Triangular Pitch*

Luas Transfer Panas : 1522,740 ft²

Jumlah : 1

Harga : \$449.778

3.3.6 Separator 1 (SP-01)

Fungsi : Memisahkan fase uap dan fase cair yang keluar dari
Vaporizer (V-01)

Jenis : *Vertical Drum Separator*

Kondisi Operasi : Tekanan : 2,5 atm

: Suhu : 210°C

Bahan : *Carbon Steel SA – 283 Grade C*

Diameter : 12 in

Tinggi : 1,66 in

Tebal dinding : 0,8175 in
Tebal head : 0,8175 in
Jenis head : *Torispherical Dished Head*
Jumlah : 1
Harga : \$6.185

3.3.7 Reaktor (R-01)

Fungsi : Dekomposisi Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) menjadi
Dinitrogen Oksida (N_2O) dan Air (H_2O)
Jenis : Reaktor Alir Pipa
Konversi : 98 %
Sifat Reaksi : Eksotermis Isotermal
Kondisi Operasi : Tekanan : 2,5 atm
: Suhu : 260°C
Jenis Pendingin : Air Pendingin
Suhu Pendingin Masuk : 303 K
Suhu Pendingin Keluar : 423 K
Bahan : *High Alloy Steel SA – 167 Grade C*
Diameter Reaktor : 0,281 m
Panjang Reaktor : 4,9 m
Volume Reaktor : 3,110 m³
Jumlah : 1
Harga : \$174.356

3.3.8 Condensor Partial (CDP-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil dari *Reaktor* (R-01) dengan media pendingin dari suhu 160°C sampai dengan 100°C

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Kondisi Operasi : Tekanan : 2,5 atm

: Suhu Masuk : 160°C

: Tekanan keluar : 2,5 atm

: Suhu Keluar : 100°C

Shell : IDs : 13,25 in

: Pass : 5

Tube : ID : 0,902 in

: OD : 1 in

: BWG : 18

: Susunan : *Triangular Pitch*

: Jumlah Tube : 1200

: Panjang : 12 ft

: Pass : 2

Luas Transfer panas : 20,954 ft²

Jumlah : 1

Harga : \$19.840

3.3.9 Separator 2 (SP-02)

Fungsi	: Memisahkan Fase gas dan fase cair hasil keluaran <i>Condenser Parsial</i> (CDP-01)
Jenis	: <i>Vertical Drum Separator</i>
Kondisi Operasi	: Tekanan : 2,5 atm Suhu : 100°C
Bahan	: <i>Carbon steel SA – 283 grade C</i>
Diameter	: 12 in
Tinggi	: 1.66 in
Tebal dinding	: 0,8175 in
Tebal head	: 0,8175 in
Jenis head	: <i>Torispherical Dishead Head</i>
Jumlah	: 1
Harga	: \$6.185

3.3.10 Heater (HE-01)

Fungsi	: Menaikan Suhu Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) sebelum masuk <i>Reaktor</i> (R-01)
Jenis	: <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Tipe Pemanas	: Steam
Kondisi Operasi	: Tekanan Masuk : 2,5 atm : Suhu Masuk : 210°C : Tekanan keluar : 2,5 atm : Suhu Keluar : 260°C

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Spesifikasi motor

Luas Transfer Panas : 251,54 Ft²

Jumlah Pipa : 117 Buah

ID Shell : 23,25 in

OD : 1,25

ID : 0,982 in

Harga : \$21.474

3.3.11 *Cooler 1 (CL-01)*

Fungsi : Mendinginkan campuran Keluaran Reaktor (R-01) dari suhu 260°C sampai dengan 160°C

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Kondisi Operasi : Tekanan Masuk : 2,5 atm

: Suhu Masuk : 260°C

: Tekanan keluar : 2,5 atm

: Suhu Keluar : 160°C

Spesifikasi Alat

Annulus : IPS : 4 in

: OD : 4,5 in

: ID : 4,026 in

Inner Pipe : IPS : 3 in

: OD : 3,50 in

: ID : 3,068 in

Luas Transfer panas : 10,922 ft²

Harga : \$19.723

3.3.12 Cooler 2 (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan gas keluaran atas Separator (S-02) sebelum menuju tangki penyimpanan (T-01) dari suhu 100°C ke suhu 30°C.

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Kondisi Operasi : Tekanan : 2,5 atm

: Suhu Masuk : 100°C

: Tekanan keluar : 2,5 atm

: Suhu Keluar : 30°C

Spesifikasi Alat

Annulus : IPS : 4 in

: OD : 4,50 in

: ID : 4,026 in

Inner Pipe : IPS : 3 in

: OD : 3,50 in

: ID : 3,068 in

Luas Transfer panas : 16,150 ft²

Harga : \$19.723

3.3.13 Cooler 3 (CL-03)

Fungsi : Mendinginka keluaran bawah Separator (S-02) sebelum dimasukan kembali kedalam Mixer (M-01) dari suhu 100°C ke suhu 70°C

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Bahan : *Carbon Stell SA-283 Grade C*

Kondisi Operasi : Tekanan : 2,5 atm

: SuhuMasuk : 100°C

: Tekanan keluar : 2,5 atm

: Suhu Keluar : 70°C

Spesifikasi Alat

Annulus : IPS : 4 in

: OD : 4,50 in

: ID : 4,026 in

Inner Pipe : IPS : 3 in

: OD : 3,50 in

: ID : 3,068 in

Luas Transfer panas : 6,134 ft²

Harga : \$19.723

3.3.14 Tangki Penyimpanan (T-01)

Fungsi : Menyimpan Produk Dinitrogen Oksida (N₂O) dengan suhu 30°C dan tekanan 2,5 atm

Jenis : Tangki bola

Bahan	: <i>Carbon Steels SA-283 Grade C</i>
Kondisi Operasi	: Tekanan : 2,5 atm
	: Suhu : 30°C
Kapasitas Tangki	: 424.242,336 kg
Diameter Tangki	: 8,7274 m
Volume Tangki	: 417,4616 m ³
Tebal Shell	: 0,0064 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$235.275

3.3.15 Pompa (P-01)

Fungsi	: Mengalirkan Ammonium Nitrat (NH ₄ NO ₃) cair dari <i>Mixer</i> (M-01) menuju <i>Vaporizer</i> (V-01)
Jenis	: <i>Centrifugal Pumps</i>
Impeller	: <i>Radial Flow Impeller</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
Kapasitas pompa	: 10,1245 gal/min
Spesifikasi motor	
OD	: 1,05 in
ID	: 0,824 in
IPS	: 0,750 in
<i>Flow Area</i>	: 0,53 in ²
Efisiensi Pompa	: 45%
Power Pompa	: 0,201 Hp

Power Motor : 0,33 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$6.769

3.3.16 Pompa (P-02)

Fungsi : Mengalirkan uap cair hasil keluaran *Vaporizer* (V-01) menuju *Separator* (S-01)

Jenis : *Centrifugal Pumps*

Impeller : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*

Kapasitas pompa : 17,0226 gal/min

Spesifikasi motor

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

IPS : 2,00 in

Flow Area : 3,35 in²

Efisiensi Pompa : 45%

Power Pompa : 0,0662 Hp

Power Motor : 0,83 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$11.904

3.3.17 Pompa (P-03)

Fungsi : Mengalirkan larutan hasil sisa penguapan dari *Separator* (S-01) menuju *Vaporizer* (V-01)

untuk diuapkan kembali

Jenis	: <i>Centrifugal Pumps</i>
Impeller	: <i>Radial Flow Impeller</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
Kapasitas pompa	: 2,8371 gal/min
Spesifikasi motor	
OD	: 1,05 in
ID	: 0,824 in
IPS	: 0,750 in
<i>Flow Area</i>	: 0,53 in ²
Efisiensi Pompa	: 45%
Power Pompa	: 0,0225 Hp
Power Motor	: 0,05 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$6.769

3.3.18 Pompa (P-04)

Fungsi	: Mengalirkan uap cair keluaran <i>Condenser parsial</i> (CDP-01) menuju <i>separator</i> (S-02)
Jenis	: <i>Centrifugal Pumps</i>
Impeller	: <i>Mixed Flow Impeller</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
Kapasitas pompa	: 16,458 gal/min
Spesifikasi motor	

OD	: 1,90 in
ID	: 1,60 in
IPS	: 1,50 in
<i>Flow Area</i>	: 2,04 in ²
Efisiensi Pompa	: 45%
Power Pompa	: 0,0833 Hp
Power Motor	: 0,13 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$10.387

3.4 Neraca Massa

Tabel 3. 1 Neraca Massa Total

Komponen	BM	Input Massa		Output Massa
		Arus 1		Arus 2
NH ₄ NO ₃	80	2339,6629		46,7933
H ₂ O	18	515,8957		1547,6870
N ₂ O	44	-		1261,0783
Jumlah		2855,559		2855,559

3.4.1 Neraca Massa Mixer

Tabel 3. 2 Neraca Massa Mixer

Komponen	BM	Input Massa		Output Massa
		Arus 2	Arus	Arus 3
NH ₄ NO ₃	80	2339,6629	-	2339,6629
H ₂ O	18	-	515,8957	515,8957
Jumlah		2855,559		2855,559

3.4.2 Neraca Massa Vaporizer

Tabel 3. 3 Neraca Massa Vaporizer

Komponen	BM	Input Massa	Output Massa
		Arus 3	Arus 4
NH ₄ NO ₃	80	2807,5955	2807,5955
H ₂ O	18	619,0748	619,0748
Jumlah		3426,670	3426,670

3.4.3 Neraca Massa Separator

Tabel 3. 4 Neraca Massa Separator

Komponen	BM	Input Massa	Output Massa	
		Arus 4	Arus 5	Arus 6
NH ₄ NO ₃	80	2807,5955	2339,6629	467,9326
H ₂ O	18	619,0748	515,8957	103,1791
Jumlah		3426,670	2855,559	571,112
			3426,670	

3.4.4 Neraca Massa Reaktor

Tabel 3. 5 Neraca Massa Reaktor

Komponen	BM	Input Massa	Output Massa
		Arus 5	Arus 7
NH ₄ NO ₃	80	2339,6629	46,7933
H ₂ O	18	515,8957	1547,6870
N ₂ O	44	-	1261,0783
Jumlah		2855,559	2855,559

3.4.5 Neraca Massa Condensor Parsial

Tabel 3. 6 Neraca Massa Condensor Partial

Komponen	BM	Input Massa	Output Massa
		Arus 7	Arus 8
NH ₄ NO ₃	80	46,7933	46,7933
H ₂ O	18	1547,6870	1547,6870
N ₂ O	44	1261,0783	1261,0783
Jumlah		2855,559	2855,559

3.4.6 Neraca Massa Separator 2

Tabel 3. 7 Neraca Massa Separator 2

Komponen	BM	Input Massa	Output Massa	
		Arus 8	Arus 9	Arus 10
NH ₄ NO ₃	80	46,7933	-	46,7933
H ₂ O	18	1547,6870	1,5477	1546,1393
N ₂ O	44	1261,0783	1261,0783	-
Jumlah		2855,559	1262,6260	1592,9326
			2855,559	

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Vaporizer

Tabel 3. 8 Neraca Panas Vaporizer

Komponen	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
Q _{in}	269.901,810	-
Q _{out}	-	3.512.851,169
Q _{steam}	3.242.949,359	-
Total	3.512.851,169	3.512.851,169

3.5.2 Neraca Panas Reaktor

Tabel 3. 9 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
Q _{in}	16.770.454	-
Q _{out}	-	667.609
Q _{pendingin}	-	16.102.846
Total	16.770.454	16.770.454

3.5.3 Neraca Panas Condensor Partial

Tabel 3. 10 Neraca Panas Condensor Parsial

Komponen	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
Q _{in}	562.258,50	-
Q _{out}	-	502.178,71
Q _{pendingin}	-	48.227,33
Total	562.258,498	562.258,498

3.5.4 Neraca Panas Heater

Tabel 3. 11 Neraca Panas Heater

Komponen	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
Qin	743.312,270	-
Qout	-	965.491,258
Qsteam	222.178,9876	-
Total	965.491,258	965.491,258

3.5.5 Neraca Panas Cooler 1

Tabel 3. 12 Neraca Panas Cooler 1

Komponen	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
Qin	3.228.134,581	-
Qout	-	1.594.219,385
Qpendingin	-	1.633.915,196
Total	3.228.134,581	3.228.134,581

3.5.6 Neraca Panas Cooler 2

Tabel 3. 13 Neraca Panas Cooler 2

Komponen	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
Qin	320.345,304	-
Qout	-	20.433,389
Qpendingin	-	299.911,914
Total	320.345,304	320.345,304

3.5.7 Neraca Panas Cooler 3

Tabel 3. 14 Neraca Panas Cooler 3

Komponen	Input (kJ/jam)	Output(kJ/jam)
Qin	107.344,353	-
Qout	-	61.073,146
Qpendingin	-	46.271,206
Total	107.344,353	107.344,353

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Penyusunan tata letak peralatan dan fasilitas dalam perencanaan pabrik adalah aspek kritis untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum memulai konstruksi. Ini mencakup desain infrastruktur perpipaan, struktur bangunan, spesifikasi dan jumlah peralatan, serta sistem kelistrikan. Proses ini memberikan informasi yang dapat diandalkan untuk estimasi biaya pembangunan dan alokasi ruang, memungkinkan perhitungan biaya yang terperinci sebelum tahap konstruksi pabrik dimulai.

4.1 Lokasi Pabrik

Secara geografis, penetapan lokasi pabrik memiliki dampak signifikan terhadap perkembangan dan keberlanjutan industri, baik saat ini maupun dimasa depan. Hal ini memengaruhi faktor produksi dan distribusi dengan minimalisasi, serta memperhitungkan aspek sosial dan budaya masyarakat di sekitar area pabrik (*Peter 2004*).

Susunan peralatan dan fasilitas dalam perancangan proses adalah prasyarat penting dalam merencanakan biaya sebelum mendirikan pabrik, melibatkan desain perpipaan, struktur bangunan, tata letak peralatan, dan sistem kelistrikan. Pemilihan lokasi pabrik menjadi elemen krusial yang dapat memengaruhi posisi pabrik dalam lingkungan persaingan. Menetapkan lokasi yang optimal bukanlah tugas sederhana karena melibatkan berbagai faktor yang mempengaruhinya. Pada dasarnya, lokasi yang dipilih harus

memberikan keuntungan jangka panjang dan memungkinkan potensi perluasan pabrik.

Dengan adanya penentuan lokasi pabrik yang baik dan tepat akan menentukan beberapa hal berikut:

- a. Kemampuan untuk melayani konsumen dengan memuaskan.
- b. Kemampuan untuk mendapatkan bahan-bahan mentah yang cukup dan kontinyu dengan harga yang layak dan memuaskan.
- c. Kemudahan untuk mendapatkan tenaga buruh yang cukup.
- d. Memungkinkan diadakannya perluasan pabrik dikemudian hari.

Oleh karena itu, pemilihan tempat bagi berdirinya suatu pabrik harus memerhatikan beberapa faktor yang berperan yaitu:

4.1.1 Faktor Primer

Faktor-faktor ini memiliki dampak langsung pada tujuan pokok operasi pabrik, yakni mengenai produksi dan distribusi produk yang diorganisir berdasarkan jenis dan kualitasnya. Faktor utama yang termasuk dalam faktor primer perancangan pabrik (*Peter dan Timmerhaus 2004*):

a. Letak pasar

Pabrik yang berlokasi dekat dengan pasar memiliki keunggulan dalam memberikan layanan yang lebih cepat kepada konsumen, dengan produk-produknya dapat mencapai pasar dengan lebih efisien. Selain itu, biaya operasional, terutama biaya pengangkutan, juga cenderung lebih rendah.

b. Letak sumber bahan baku

Secara ideal, keberadaan sumber bahan baku dekat dengan pabrik sangat diinginkan. Hal ini dapat memberikan jaminan ketersediaan bahan baku, serta setidaknya mengurangi risiko keterlambatan pasokan, terutama untuk bahan baku yang memiliki berat yang signifikan. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

1. Lokasi sumber bahan baku
2. Besarnya kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
3. Cara mendapatkan bahan baku tersebut dan cara transportasinya
4. Harga bahan baku serta biaya pengangkutannya.
5. Kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku yang lain

c. Fasilitas pengangkutan

Pentingnya memperhatikan faktor pengangkutan terletak pada kenyataan bahwa kegiatan ini melibatkan proses pengangkutan dan pemindahan hingga mencapai tujuan, yang kadang-kadang dapat menimbulkan tantangan signifikan dalam hal waktu dan biaya. Terdapat empat jenis fasilitas yang umumnya digunakan untuk melaksanakan kegiatan pengangkutan, yakni: kereta api, truk atau angkutan jalan raya, pengangkutan melalui air, dan pengangkutan udara.

d. Tenaga kerja

Ketersediaan tenaga kerja yang memenuhi kualifikasi tertentu menjadi pertimbangan utama dalam menentukan lokasi pabrik, walaupun tidak selalu dapat dijamin bahwa tenaga kerja terampil atau *skilled labor* tersedia di wilayah setempat. Apabila harus diimpor dari wilayah lain, hal ini dapat mengakibatkan peningkatan upah atau penyediaan fasilitas lain sebagai insentif.

e. Pembangkit tenaga listrik

Pabrik yang membutuhkan pasokan listrik besar akan cenderung memilih lokasi yang berdekatan dengan sumber daya listrik.

4.1.2 Faktor Sekunder

Yang termasuk ke dalam faktor sekunder antara lain:

a. Harga tanah dan gedung

Harga yang terjangkau untuk tanah dan bangunan memiliki daya tarik sendiri, terutama ketika dihubungkan dengan perencanaan jangka panjang. Dalam situasi di mana harga tanah tinggi, kemungkinan untuk mendapatkan lahan yang luas terbatas, sehingga pertimbangan untuk membangun struktur bertingkat mungkin perlu dipertimbangkan meskipun biaya konstruksi gedungnya lebih mahal.

b. Kemungkinan perluasan.

Penting untuk mempertimbangkan apakah perluasan di masa mendatang dapat dilakukan di lokasi yang sama atau memerlukan lokasi lain, serta apakah daerah sekitarnya sudah dihuni oleh banyak pabrik lain. Hal ini menjadi perhatian utama ketika merencanakan perluasan pabrik untuk masa yang akan datang.

c. Fasilitas servis

Terutama bagi pabrik kimia dengan skala yang relatif kecil dan tanpa bengkel sendiri, perlu dipertimbangkan keberadaan bengkel di sekitar area tersebut yang dapat diperlukan untuk perbaikan peralatan pabrik. Selain itu, perlu dianalisis keberadaan fasilitas layanan masyarakat seperti rumah sakit umum, sekolah, tempat ibadah, tempat kegiatan olahraga, rekreasi, dan lainnya.

d. Fasilitas finansial

Kemajuan perusahaan didukung oleh fasilitas finansial, seperti keberadaan pasar modal, bursa, sumber modal, institusi perbankan, koperasi simpan pinjam, dan lembaga keuangan lainnya. Keberadaan fasilitas-fasilitas ini akan memberikan kontribusi yang signifikan dalam menyediakan kemudahan untuk kesuksesan dalam pengembangan pabrik.

e. Persediaan air

Suatu pabrik tertentu, seperti pabrik kertas, membutuhkan pasokan air yang signifikan. Oleh karena itu, di lokasi tersebut,

keberadaan sumber air menjadi kebutuhan penting, yang dapat berasal dari sungai, danau, sumur (air tanah), atau bahkan air laut.

f. Peraturan daerah setempat

Observasi peraturan daerah setempat diinvestigasi terlebih dahulu, karena ada kemungkinan adanya beberapa persyaratan atau regulasi yang berbeda dengan daerah lain.

g. Masyarakat daerah

Sikap dan respons dari masyarakat setempat terhadap pembangunan pabrik harus diperhatikan secara cermat, karena faktor ini akan memiliki dampak pada perkembangan pabrik pada masa mendatang. Penting untuk menjaga keselamatan dan keamanan masyarakat sebagai kontribusi yang wajib diberikan kepada mereka.

h. Iklim di daerah lokasi

Dari perspektif teknis, suatu pabrik kadang-kadang memerlukan kondisi operasional tertentu, seperti kelembaban udara, intensitas panas matahari, dan faktor-faktor sejenis yang berhubungan dengan proses pengolahan dan penyimpanan bahan baku atau produk.

i. Keadaan tanah

Informasi tentang sifat mekanika tanah dan lokasi tempat pembangunan pabrik perlu diketahui, terutama terkait dengan perencanaan pondasi untuk peralatan, struktur bangunan, dan fasilitas pabrik.

j. Perumahan/Mess

Apabila sekitar area lokasi pabrik sudah banyak terdapat pemukiman, selain memberikan kenyamanan bagi para karyawan, hal tersebut juga dapat mengurangi biaya investasi untuk fasilitas perumahan karyawan.

k. Daerah pinggiran kota

Lokasi di pinggiran kota memiliki potensi daya tarik yang lebih besar untuk pembangunan pabrik, dengan konsekuensi mungkin munculnya aspek desentralisasi dalam sektor industri.

Alasan pemilihan daerah lokasi di pinggiran kota antara lain:

1. Upah buruh relatif rendah
2. Harga tanah lebih murah
3. Servis industri tidak terlalu jauh dari kota

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka Pabrik N_2O ini direncanakan berlokasi di Kompleks Krakatau Industiral Estate Cilegon.



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pabrik

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah:

a. Bahan Baku

Lokasi ideal untuk sebuah pabrik sebaiknya terletak dekat dengan sumber bahan baku dan pasar, sehingga proses transportasi dapat berlangsung dengan efisien. Sebagai contoh, pabrik yang menggunakan ammonium nitrate sebagai bahan baku dapat memperolehnya dari PT. Samator Indo Gas yang berlokasi di kompleks Krakatau Industrial Estate, yang terletak dekat dengan proyek pembangunan N₂O. Kawasan industri ini sudah terintegrasi dengan infrastruktur yang memadai, seperti jalur transportasi, perumahan, dan fasilitas lainnya.

b. Transportasi

Penting untuk memberikan perhatian khusus pada aspek pengangkutan, karena proses ini mencakup kegiatan mengangkut dan memindahkan barang hingga mencapai tujuan, yang kadang-kadang dapat mengakibatkan pengeluaran waktu dan biaya yang signifikan. Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan baik melalui jalur darat maupun laut. Dalam perencanaan pendirian pabrik, lokasi yang dipilih berada di kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon, yang terletak tidak terlalu jauh dari fasilitas pelabuhan. Selain itu, infrastruktur transportasi darat dari industri ke sekitarnya juga sangat baik dan dekat dengan jalan utama.

c. Pemasaran

Permintaan terhadap gas N_2O diperkirakan akan terus ada dan meningkat seiring dengan kemajuan di bidang medis, sehingga pemasaran produk ini dianggap menguntungkan. Selain itu, lokasi pabrik dirancang agar berdekatan dengan pelabuhan dan bandara, memudahkan proses ekspor.

d. Kebutuhan air

Air yang diperlukan untuk keperluan proses, utilitas, dan kebutuhan domestik berasal dari aliran waduk Krakatausteel yang melintasi sekitar wilayah pabrik.

e. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar

Dalam mendirikan pabrik, faktor krusial adalah pasokan tenaga listrik dan bahan bakar. Tenaga listrik untuk keperluan pabrik dihasilkan melalui pengolahan generator pembangkit listrik dari sumber air sungai. Selain itu, tersedia juga sumber daya cadangan dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) di Wilayah Cilegon. Bahan bakar solar untuk operasional generator dapat diperoleh melalui PT. Pertamina.

f. Tenaga kerja

Sebagai daerah industri, lokasi ini menjadi magnet bagi para pencari pekerjaan. Daerah ini menyediakan sumber daya manusia dengan berbagai tingkat pendidikan dan keahlian, mulai dari yang

berpendidikan tinggi hingga yang tidak, serta tenaga kerja yang terlatih maupun yang belum memiliki keahlian khusus.

g. Biaya tanah

Lahan yang dapat digunakan sebagai lokasi pabrik masih memiliki luas yang mencukupi dan tersedia dengan harga yang terjangkau.

h. Kondisi iklim dan cuaca

Seperti banyak wilayah lain di Indonesia, iklim di sekitar lokasi pabrik cenderung stabil. Tengah tahun pertama ditandai oleh musim kemarau, sementara tengah tahun berikutnya mengalami musim hujan. Meskipun demikian, variasi suhu yang terjadi relatif kecil.

i. Kemungkinan perluasan dan ekspansi

Pembesaran pabrik dapat direalisasikan karena lahan yang tersedia memiliki luas yang memadai, dan di sekitarnya belum banyak berdiri pabrik yang dapat mengganggu pemukiman penduduk.

j. Sosial masyarakat

Pendirian pabrik pembuatan gas Dinitrogen Oksida (N_2O) diperkirakan akan mendapat dukungan dari masyarakat karena dapat menjamin terciptanya lapangan kerja. Selain itu, perkiraan adalah bahwa pembangunan pabrik ini tidak akan merugikan keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya.

4.2 Tata Letak Pabrik

Penyusunan tata letak pabrik adalah suatu proses perencanaan dan penggabungan alur dari elemen-elemen produksi dalam suatu pabrik, dengan tujuan menciptakan keterkaitan yang optimal antara operator, peralatan, dan pergerakan material, mulai dari bahan baku hingga menjadi produk jadi secara efisien dan efektif.

Desain yang tepat harus mencakup penempatan yang efisien untuk area proses, penyimpanan (persediaan), dan area alternatif (penanganan area) dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut secara rasional (*Peters, 2004*):

- a. Urutan proses produksi.
- b. Pengembangan lokasi baru atau perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- c. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, steam proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- d. Pemeliharaan dan perbaikan.
- e. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
- f. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- g. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga

perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.

- h. Masalah pembuangan limbah cair.
- i. Service area, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti (*Peters, 2004*):

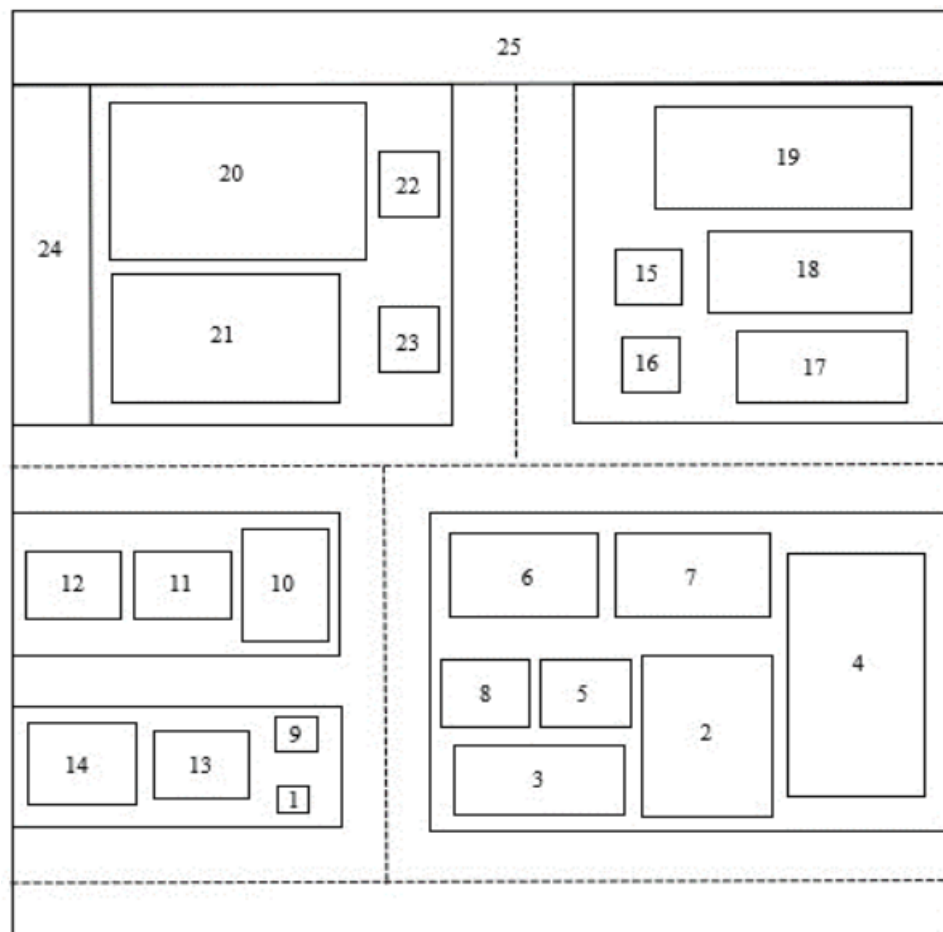
- a. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi material handling.
- b. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasan sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di-*blowdown*.
- c. Mengurangi ongkos produksi.
- d. Meningkatkan keselamatan kerja.
- e. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.
- f. Pendirian pabrik pembuatan Biohidrogen ini direncanakan menggunakan area seluas adalah 17.200 m². Adapun perinciannya dapat dilihat pada tabel di berikut:

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan

No	Lokasi	Luas (m ²)
1.	Pos Keamanan	100
2.	Kantor Utama	600
3.	Parkir Utama	450
4.	Mess	500
5.	Kantin	100
6.	Masjid	200

Lanjutan Tabel 4.1

7.	Poliklinik	100
8.	Taman 1	250
9.	Taman 2	250
10.	Parkir Truk	400
11.	Ruang Timbang Truk	150
12.	Laboratorium	200
13.	Gedung Serbaguna	150
14.	Fasilitas Olahraga	150
15.	Unit Pemadam Kebakaran	100
16.	Kantor Teknik dan Produksi	150
17.	Bengkel	400
18.	Gudang Alat	500
19.	Unit Pengolahan Limbah	150
20.	Area Proses	400
21.	Area Utilitas	1.000
22.	Ruang Kendali Proses	150
23.	Ruang Kendali Utilitas	400
24.	Area Perluasan 1	1.000
25.	Area Perluasan 2	1.000
No	Lokasi	Luas (m ²)
26.	Jalan	2.000
	Luas Tanah	10.850
	Luas Bangunan	6.350
	Jumlah Total	17.200



Skala 1 : 2000

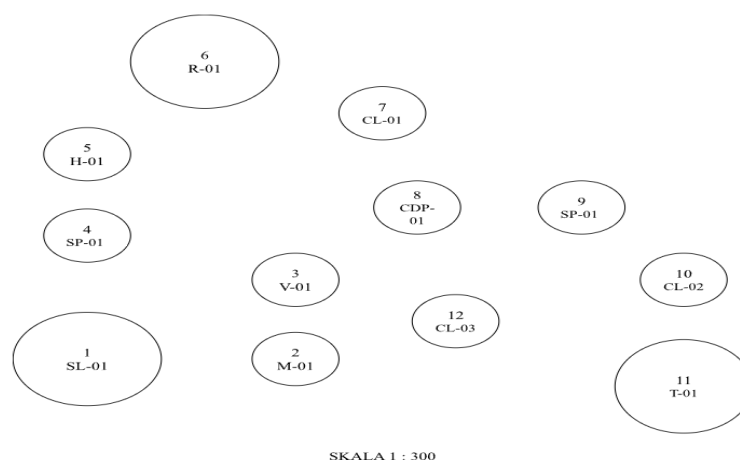
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik

4.3 Tata Letak Mesin / Alat Proses

Tata letak alat proses merupakan pengaturan yang optimum terhadap alat-alat proses pabrik. Konstruksi yang ekonomis dan operasi yang efisien dari suatu unit proses akan tergantung kepada bagaimana peralatan proses itu disusun. Perancangan tata letak alat proses yang optimum dapat menguntungkan secara ekonomi karena dapat meminimalisir biaya konstruksi dan kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan

perancangan tata letak mesin/ alat proses di sebuah pabrik, diantaranya adalah:

- a. Aliran bahan baku produk yang akan menunjang keberlangsungan dari sebuah proses
- b. Aliran udara ventilasi yang berguna menjaga sirkulasi udara agar tidak terjadi stagnansi udara di suatu tempat dan penumpukan bahan kimia berbahaya, oleh karena itu perlu di perhatikan arah angin
- c. Pecahayaan harus memadai, terutama meliputi area proses yang beresiko tinggi atau berbahaya.
- d. Lalu lintas manusia dan kendaraan harus diperhatikan agar memudahkan ruang gerak para pekerja apabila terjadi gangguan pada alat dan keamanan pekerja itu sendiri.
- e. Pertimbangan ekonomi dalam menempatkan alat agar dapan mengefisiensikan biaya operasi dengan penempatan alat yang efektif.
- f. Jarak antara alat proses harus diatur jika alat tersebut memiliki suhu dan tekanan tinggi, agar tidak terjadi kebakaran atau ledakan.

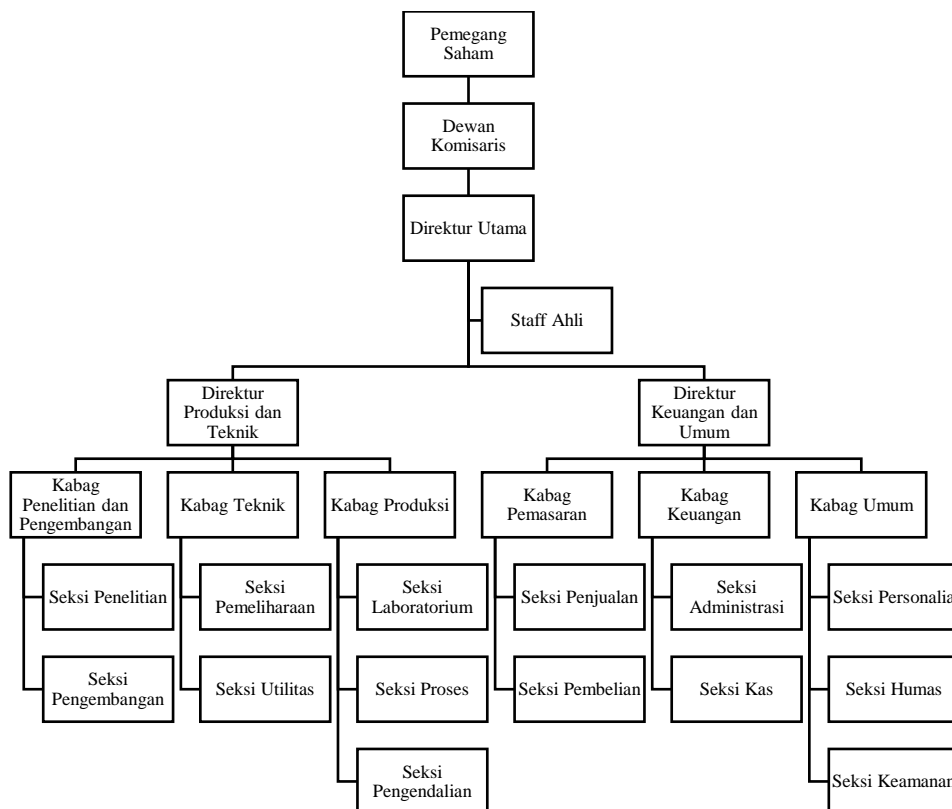


Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses

Keterangan :

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| 1 : Silo (SL-01) | 7 : Cooler (CL-01) |
| 2 : Mixer (M-01) | 8 : Condensor Parsial (CDP-01) |
| 3 : Vaporizer (VAP-01) | 9 : Separator (SP-02) |
| 4 : Separator (SP-01) | 10 : Cooler (CL-02) |
| 5 : Heater (H-01) | 11 : Tangki Penyimpanan (T-01) |
| 6 : Reaktor (R-01) | 12 : Cooler (CL-03) |

4.4 Organisasi Perusahaan



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan

Manajemen organisasi merupakan aspek krusial dalam konteks perusahaan, mengenai efisiensi dalam meningkatkan kapabilitas produksi dan

distribusi produk. Untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja perusahaan, manajemen yang baik menjadi suatu keharusan. Keberhasilan organisasi dalam berkembang secara otomatis tergantung pada tata kelola yang baik, baik dalam pengelolaan sumber daya manusia maupun fasilitas yang ada.

Asal mula kata "organisasi" dapat ditelusuri dari bahasa Latin "*organum*," yang merujuk pada alat atau anggota tubuh. *James D. Mooney* menyatakan bahwa organisasi merupakan bentuk persatuan manusia untuk mencapai tujuan bersama, sementara *Chester I. Barnard* mendefinisikannya sebagai suatu sistem aktivitas kerjasama yang melibatkan dua orang atau lebih (*Siagian, 1992*). Dengan kata lain, organisasi adalah kelompok manusia yang berkolaborasi dengan tujuan bersama, seperti dijelaskan oleh para ahli tersebut, dengan fokus pada pencapaian tujuan dan kerjasama dalam aktivitas yang melibatkan lebih dari satu individu.

Dari pandangan para ahli yang disampaikan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa organisasi merujuk pada kelompok individu yang secara sengaja berkolaborasi untuk mencapai tujuan bersama, dengan penekanan pada aspek wewenang dan tanggung jawab individu masing-masing. Dengan singkat, dapat diidentifikasi tiga elemen utama dalam konsep organisasi (*Sutarto, 2002*):

- a. Adanya sekelompok orang
- b. Adanya hubungan dan pembagian tugas
- c. Adanya tujuan yang ingin dicapai

Secara umum, perusahaan modern tidak hanya fokus pada produksi tetapi juga mencakup aspek penanganan, organisasi, dan hubungan sosial atau manajemen secara menyeluruh. Aktivitas dalam perusahaan atau pabrik diarahkan oleh manajemen, yang bertanggung jawab atas perencanaan, pengaturan, pengawasan, dan evaluasi hasil kerja. Dengan kata lain, manajemen berperan dalam memimpin, merencanakan, menyusun, mengawasi, dan mengevaluasi hasil pekerjaan untuk memastikan kelancaran keseluruhan perusahaan. Keseimbangan yang baik antara atasan dan bawahan dalam manajemen menjadi kunci bagi kelancaran operasional perusahaan (*Siagian, 1992*).

Fungsi manajemen mencakup upaya memimpin dan mengatur faktor-faktor ekonomis sedemikian rupa sehingga usaha tersebut memberikan perkembangan dan keuntungan bagi mereka yang berada dalam lingkungan perusahaan.

Oleh karena itu, dapat dipahami bahwa konsep manajemen mencakup semua tugas dan fungsi yang terkait erat dengan aspek awal dari pengelolaan keuangan perusahaan. Dengan penjelasan ini, dapat disimpulkan bahwa manajemen diartikan sebagai kombinasi seni dan ilmu dalam perencanaan, pengorganisasian, penyusunan, pengarahan, dan pengawasan sumber daya manusia untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (*Siagian, 1992*).

Manajemen dibagi menjadi tiga kelas pada perusahaan besar, yaitu (*Siagian 1992*):

a. Top manajemen

- b. Middle manajemen
- c. Operating manajemen

Seseorang yang mengepalai atau menjalankan fungsi manajemen disebut sebagai manajer. Peran manajer ini melibatkan pengawasan dan pengendalian untuk memastikan pelaksanaan manajemen berjalan dengan baik sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan bersama. Menurut (*Madura 2000*), karakteristik manajer yang efektif mencakup syarat-syarat tertentu:

- a. Harus menjadi contoh (teladan)
- b. Harus dapat menggerakkan bawahan
- c. Harus bersifat mendorong
- d. Penuh pengabdian terhadap tugas-tugas.
- e. Berani dan mampu mengatasi kesulitan yang terjadi
- f. Bertanggung jawab, tegas dalam mengambil atau melaksanakan keputusan yang diambil
- g. Berjiwa besar

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk Perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik Dinitrogen Oksida (N_2O) ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang

dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

Perseroan Terbatas adalah badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam saham, dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam UU No. 1 tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), serta peraturan pelaksanaannya. Syarat-syarat pendirian Perseroan Terbatas adalah:

- a. Didirikan oleh dua orang atau lebih, yang dimaksud dengan “orang” adalah orang perseorangan atau badan hukum.
- b. Didirikan dengan akta otentik, yaitu di hadapan notaris.
- c. Modal dasar perseroan, yaitu paling sedikit Rp. 20.000.000,- (dua puluh juta rupiah) atau 25% dari modal dasar, tergantung mana yang lebih besar dan harus telah ditempatkan dan telah disetor.

Prosedur pendirian Perseroan Terbatas adalah:

- a. Pembuatan akta pendirian di hadapan notaris
- b. Pengesahan oleh Menteri Kehakiman
- c. Pendaftaran Perseroan
- d. Pengumuman dalam tambahan berita negara.

Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan PT adalah sebagai berikut:

- a. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin, sebab tidak tergantung pada pemegang saham, dimana pemegang saham dapat berganti-ganti.
- b. Mudah memindahkan hak pemilik dengan menjual sahamnya kepada orang lain.
- c. Mudah mendapatkan modal, yaitu dari bank maupun menjual saham.
- d. Tanggung jawab yang terbatas dari pemegang saham terhadap hutang perusahaan.
- e. Penempatan pemimpin atas kemampuan pelaksanaan tugas.

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kerjasama efektif antara sumber daya manusia di dalam sebuah perusahaan menjadi krusial untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan mencapai kinerja yang optimal. Untuk mencapai hal ini, struktur organisasi yang terstruktur dengan baik sangat diperlukan. Pembentukan perusahaan akan mengambil bentuk Perseroan Terbatas (PT), dengan kekuasaan tertinggi dipegang oleh Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pemilihan perwakilan pemegang saham sebagai dewan komisiner yang bertugas mengawasi operasional perusahaan juga akan dilakukan oleh RUPS. Dewan komisiner akan dibantu oleh Direktur, yang memimpin empat manajer, yakni Manajer

Produksi, Manajer Teknik, Manajer Umum & Keuangan, serta Manajer Pembelian & Pemasaran, dengan struktur organisasi yang menggabungkan elemen garis dan staf.

Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab

a. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) memiliki kekuasaan tertinggi di PT, dan RUPS tahunan diselenggarakan paling lambat enam bulan setelah berakhirnya tahun. RUPS tambahan dapat diadakan sesuai kebutuhan dan dihadiri oleh pemegang saham, komisaris, dan direksi perusahaan. Adapun hak dan wewenang RUPS adalah:

1. Menyusun AD/ART (Anggaran Dasar/Anggaran Rumah Tangga) dan mengesahkannya
2. Mengangkat dan memberhentikan Manajer perusahaan.
3. Mengawasi kinerja Manajer
4. Membuat kebijakan gaji bagi pegawai
5. Meminta pertanggungjawaban dari Manajer jika terjadi penyimpangan yang terjadi dalam perusahaan.

b. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris, yang dipilih melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), bertugas mewakili pemegang saham dalam melakukan pengawasan terhadap operasional perusahaan.

Tanggung jawab Dewan Komisaris ini bersifat bertanggung jawab kepada RUPS. Tugas-tugas Dewan Komisaris adalah:

1. Menentukan garis besar kebijaksanaan perusahaan.
2. Mengadakan rapat tahunan para pemegang saham.
3. Meminta laporan pertanggungjawaban Direktur secara berkala.
4. Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas Direktur.

c. Direktur

Posisi kepemimpinan utama di Pabrik Pembuatan Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) dipegang oleh seorang Direktur, yang bertanggung jawab atas tugas-tugas berikut:

- a. Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
- b. Meyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS
- c. Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
- d. Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.
- e. Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.

Dalam menjalankan Pabrik Pembuatan Gas Dinitrogen Oksida (N_2O), Direktur dibantu oleh tiga orang manajer yang masing-

masing membawahi sebuah departemen. Adapun ketiga manajer dalam perusahaan adalah:

1. Manajer Produksi

Manajer Produksi memimpin tiga divisi dengan supervisor di setiap divisi. Departemen produksi secara keseluruhan bertanggung jawab untuk mengelola dan mengawasi semua aspek yang terkait langsung dengan proses produksi. Beberapa divisi yang terdapat dalam departemen produksi antara lain adalah:

- a) Divisi proses bertanggung jawab untuk mengawasi kelancaran proses produksi dengan tujuan mencapai target jumlah produksi yang telah ditetapkan. Tugas tambahan divisi ini mencakup pengelolaan jadwal shift karyawan, perhitungan kebutuhan bahan baku dan bahan penunjang, serta proses pengemasan produk guna memastikan kelancaran proses produksi.
- b) Divisi utilitas bertanggung jawab dalam menyediakan steam, air pendingin, udara tekan, bahan bakar, dan listrik yang mendukung proses produksi. Divisi ini juga memiliki tanggung jawab atas seluruh peralatan yang terlibat dalam penyediaan utilitas untuk proses produksi.
- c) Divisi Laboratorium memiliki tanggung jawab dalam melakukan pemeriksaan kualitas produk yang dihasilkan dan

bertugas untuk mengembangkan teknologi guna meningkatkan kualitas produk.

2. Manajer Teknik

Manajer Teknik bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan semua kegiatan yang terkait dengan aspek teknik, baik di lapangan maupun di kantor. Dalam menjalankan tugasnya, manajer teknik didukung oleh lima supervisor divisi, meliputi Supervisor Listrik, Supervisor Instrumentasi, Supervisor Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), Supervisor Pemeliharaan Mesin, dan Supervisor Pemeliharaan Pabrik.

3. Manajer Umum dan Keuangan

Manajer Umum dan Keuangan memiliki tanggung jawab langsung kepada Direktur untuk mengawasi dan mengelola bidang keuangan, keamanan, administrasi personalia, gudang/logistik, dan humas. Dalam menjalankan tugasnya, Manajer Umum dan Keuangan dibantu oleh enam Kepala Seksi (Kasie.), meliputi Kepala Seksi Keuangan, Kepala Seksi Administrasi, Kepala Seksi Personalia, Kepala Seksi Humas, Kepala Seksi Gudang/Logistik, dan Kepala Seksi Keamanan.

4. Staf Ahli

Staf ahli di Pabrik Pembuatan Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) bertanggung jawab untuk memberikan masukan, baik berupa saran, nasehat, maupun pandangan terhadap semua aspek operasional perusahaan, terutama dalam hal keselamatan kerja bagi seluruh karyawan.

5. Sekretaris

Dalam melaksanakan tugasnya, selain tiga manajer tersebut, Direktur juga menunjuk seorang Sekretaris yang bertanggung jawab mengelola korespondensi perusahaan, mengurus kearsipan, dan melaksanakan tugas administratif lainnya untuk mendukung Direktur dalam mengelola administrasi perusahaan.

4.4.2 Struktur Tenaga Kerja

Pabrik pembuatan gas Dinitrogen Oksida (N_2O) direncanakan akan beroperasi selama 300 hari per tahun dengan mode operasi yang berlangsung kontinu selama 24 jam sehari. Berdasarkan aturan jam kerja, karyawan dapat dikategorikan sebagai karyawan reguler atau *non-shift* dan karyawan dengan sistem *shift*.

a. Karyawan *non-shift*

Waktu kerja bagi karyawan reguler atau *non-shift* adalah 5 hari kerja, dengan hari Sabtu dan Minggu sebagai hari libur. Sementara untuk karyawan *shift*, jadwal kerja ditentukan berdasarkan giliran shift masing-masing. Jam kerja bagi karyawan *non-shift* telah

ditetapkan sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Kep.234/Men/2003, yakni 8 jam per hari atau 40 jam per minggu, dengan jam kerja ekstra dianggap sebagai lembur. Perhitungan uang lembur menggunakan persentase 1/173 dari upah sebulan (Pasal 10 Kep.234/Men/2003), dimana jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah per jam, sementara untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah per jam. Adapun perincian waktu kerja baik bagi karyawan regular maupun karyawan shift adalah sebagai berikut:

Senin s.d. Kamis : 08.00 – 17.00 WIB

(Istirahat: 12.00 – 13.00 WIB)

Jumat : 08.00 – 17.00 WIB

(Istirahat: 11.30 – 13.00 WIB)

b. Karyawan *shift*

Untuk tugas-tugas yang secara langsung terkait dengan proses produksi dan memerlukan pengawasan berkelanjutan selama 24 jam, karyawan diberi tugas *shift*. Pekerjaan dalam satu hari dibagi menjadi tiga shift, dimana setiap *shift* berlangsung selama 8 jam, dan ada pergantian *shift* setiap 15 menit, dengan pembagian *shift* sebagai berikut:

Shift pagi (I) : 07.00 – 15.00 WIB

Shift siang (II) : 15.00 – 23.00 WIB

Shift malam (III) : 23.00 – 07.00 WIB

Karyawan yang termasuk dalam kerja *shift* dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok A, B, C, dan D. Pola pembagian waktu kerja adalah pergantian dari *shift* pagi, sore, malam, dan hari libur. Karyawan yang telah bekerja selama 2 kali *shift* malam akan mendapatkan hari libur selama 2 hari. Berikut ini adalah tabel jadwal giliran kerja untuk karyawan *shift*:

Tabel 4. 2 Shift Kerja Karyawan

	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin
A	I	I	II	II	III	III	--	--
B	II	II	III	III	--	--	I	I
C	III	III	--	--	I	I	II	II
D	--	--	I	I	II	II	III	III

Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan

Dari data karyawan *shift* dan non-*shift* jumlah karyawan pada pabrik adalah 110 orang. SDM yang digunakan pada pabrik perlu diperhatikan, adapun perinciannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 3 Rincian Pendidikan Karyawan

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Dewan Komisaris	2	Ekonomi/Teknik (S1)
Direktur	1	Teknik Kimia (S1)
Sekretaris	1	Akuntansi (S1)/ Kesekretariatan (D3)
Staff Ahli	2	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 5 tahun
Manajer Produksi	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Teknik	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Umum dan Keuangan	1	Ekonomi Akuntanasi (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Kepala Seksi Proses	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Keapala Seksi Laboratorium R&D	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun

Lanjutan Tabel 4.3

Kepala Seksi Utilitas	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Listrik	1	Teknik Elektro (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Instrumentasi	1	Teknik Sipil (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Pemeliharaan Pabrik	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Mesin	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Keuangan	1	Ekonomi Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Administrasi	1	Ekonomi Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Personalia	1	Akuntansi Manajemen (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Humas	1	Hukum (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Keamanan	1	Pensiunan ABRI
Kepala Seksi Gudang / Logistik	1	Ekonomi Manajemen (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Karyawan Proses	7	Teknik Kimia (S1)
Karyawan Laboratorium R&D	7	MIPA Kimia (S1)/ Kimia Analis (D3)
Karyawan Utilitas	7	Teknik Kimia (S1)
Karyawan Unit Pembangkit Listrik	7	Teknik Elektro/Mesin (S1)
Karyawan Instrumentasi Pabrik	7	Teknik Instrumentasi Pabrik (D4)
Karyawan Pemeliharaan Pabrik	7	Teknik Mesin (S1)/ Mesin (D3)
Karyawan Pemeliharaan Mesin	3	Teknik Mesin (S1)/ Mesin (D3)
Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	3	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) atau (D3)
Karyawan Bag. Keuangan	3	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Administrasi	3	Ilmu Komputer (D1)
Karyawan Bag. Personalia	3	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Humas	3	Akutansi/Manajemen (D3)
Operator Proses	20	Teknik Kimia (D3)
Operator Utilitas	10	Teknik Kimia (D3)
Petugas Keamanan	6	SLTP/STM/SMU/D1
Karyawan Gudang / Logistik	6	SLTP/STM/SMU/D1

Lanjutan Tabel 4.3

Dokter	1	Kedokteran, Profesi (S1)
Perawat	2	Akademi Perawat (D3)
Petugas Kebersihan	6	SLTP/SMU
Supir	6	SMU/STM
Jumlah	155	

Setiap pekerja di perusahaan memiliki hak dan tanggung jawab yang diatur oleh undang-undang ketenagakerjaan. Ada dua kategori pekerja berdasarkan jenis kontrak kerja, yaitu:

c. Karyawan Pra-Kontrak

Merupakan karyawan baru yang akan mengalami masa percobaan kerja selama 6 bulan. Setelah 6 bulan, kinerja karyawan akan dievaluasi untuk kemudian diambil keputusan mengenai pengangkatan menjadi karyawan tetap.

d. Karyawan Tetap

Merupakan karyawan yang telah memiliki kontrak kerja secara tertulis dengan perusahaan.

Baik karyawan pra-kontrak maupun karyawan tetap memiliki hak serta kewajiban yang sama. Hak karyawan meliputi masalah gaji, tunjangan, serta cuti karyawan.

a. Hak Karyawan

1. Menerima Gaji Pokok

Menurut Undang-Undang Ketenagakerjaan No. 13 Tahun 2003, gaji pokok minimal mencakup 75% dari total upah karyawan, yang terdiri dari gaji bersih ditambah tunjangan tetap.

Penetapan gaji pokok karyawan disesuaikan dengan jabatan, keahlian, tingkat keterampilan, masa kerja, dan pencapaian karyawan. Kenaikan gaji pokok dilakukan setiap tahun, mengikuti pertumbuhan ekonomi serta prestasi karyawan.

Tabel 4. 4 Daftar Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Gaji
			(/orang/bulan)	(/bulan)
1	Direktur Utama	1	Rp 100.000.000,00	Rp 100.000.000,00
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 80.000.000,00	Rp 80.000.000,00
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1	Rp 80.000.000,00	Rp 80.000.000,00
4	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	1	Rp 80.000.000,00	Rp 80.000.000,00
5	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1	Rp 30.000.000,00	Rp 30.000.000,00
6	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 30.000.000,00	Rp 30.000.000,00
7	Ka. Bag. Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	1	Rp 30.000.000,00	Rp 30.000.000,00
8	Ka. Bag. Keuangan	1	Rp 30.000.000,00	Rp 30.000.000,00
9	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 30.000.000,00	Rp 30.000.000,00
10	Ka. Bag. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	1	Rp 30.000.000,00	Rp 30.000.000,00
11	Ka. Bag. Administrasi dan Sumber Daya Manusia	1	Rp 30.000.000,00	Rp 30.000.000,00
12	Ka. Bag. Umum dan Keamanan	1	Rp 30.000.000,00	Rp 30.000.000,00
13	Ka. Sek. Proses	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
14	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
15	Ka. Sek. Pemeliharaan dan Bengkel	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
16	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
17	Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00

Lanjutan Tabel 4.4

18	Ka. Sek. Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
19	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
20	Ka. Sek. Unit Pengolahan Limbah	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
21	Ka. Sek. Tata Usaha	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
22	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
23	Ka. Sek. Hubungan Masyarakat	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
24	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
25	Karyawan Proses	4	Rp 12.000.000,00	Rp 48.000.000,00
26	Karyawan Utilitas	4	Rp 12.000.000,00	Rp 48.000.000,00
27	Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel	4	Rp 12.000.000,00	Rp 48.000.000,00
28	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	4	Rp 12.000.000,00	Rp 48.000.000,00
29	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	8	Rp 12.000.000,00	Rp 96.000.000,00
30	Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	8	Rp 12.000.000,00	Rp 96.000.000,00
31	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	6	Rp 12.000.000,00	Rp 72.000.000,00
32	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	4	Rp 12.000.000,00	Rp 48.000.000,00
33	Karyawan Tata Usaha	5	Rp 7.000.000,00	Rp 35.000.000,00
34	Karyawan Personalia	5	Rp 7.000.000,00	Rp 35.000.000,00
35	Karyawan Hubungan Masyarakat	5	Rp 7.000.000,00	Rp 35.000.000,00
36	Karyawan Keamanan	8	Rp 7.000.000,00	Rp 56.000.000,00
37	Operator	42	Rp 7.000.000,00	Rp 294.000.000,00
38	Dokter	2	Rp 20.000.000,00	Rp 40.000.000,00
39	Perawat	4	Rp 7.000.000,00	Rp 28.000.000,00
40	Sopir	8	Rp 7.000.000,00	Rp 56.000.000,00

Lanjutan Tabel 4.4

41	Cleaning Service	10	Rp 7.000.000,00	Rp 70.000.000,00
Total		155	Rp 968.000.000,00	Rp 1.949.000.000,00

2. Menjadi Anggota Serikat Pekerja

Dalam regulasi tersebut disebutkan bahwa setiap pekerja memiliki hak untuk menjadi anggota atau membentuk serikat pekerja. Setiap pekerja diberikan kebebasan untuk mengembangkan potensi kerjanya sesuai dengan minat dan bakat. Selain itu, pekerja juga mendapatkan jaminan dari perusahaan terkait dengan aspek keselamatan, kesehatan, moral, kesusilaan, dan perlakuan yang sesuai dengan harkat serta martabat berdasarkan norma, nilai keagamaan, dan kemanusiaan. Hak-hak ini diatur dalam UU Nomor 13 tahun 2003 Pasal 104 yang berkaitan dengan serikat pekerja, serta UU Nomor 21 tahun 2000 mengenai serikat pekerja.

3. Membuat Perjanjian Pra Kerja

Hak karyawan atau pekerja ini dijelaskan dalam Undang-Undang Ketenagakerjaan Nomor 13 tahun 2003 dan juga Undang-Undang Nomor 21 tahun 2000. Pekerja yang telah bergabung dengan serikat pekerja memiliki hak untuk menyusun Perjanjian Kerja yang disepakati melalui proses musyawarah.

4. Hak Atas Perlindungan Keputusan PHK Tidak Adil

Hak ini tercantum dalam Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor SE 907/Men.PHI-PPHI/X/2004. Setiap karyawan berhak mendapat perlindungan dan bantuan dari Pemerintah melalui Dinas Tenaga Kerja bilamana mengalami PHK secara tidak adil.

5. Pembatasan Waktu Kerja, Istirahat, Cuti dan Libur

Dalam Pasal 79 Undang-Undang Ketenagakerjaan Nomor 13 tahun 2003, hak ini dijelaskan secara rinci. Perusahaan memiliki kewajiban memberikan waktu istirahat dan cuti kepada setiap karyawan. Sebagai contoh, mengenai waktu istirahat, disebutkan bahwa setiap karyawan berhak mendapatkan istirahat minimal setengah jam setelah bekerja selama empat jam.

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu. Berdasarkan Peraturan BKN No. 7 Tahun 2021 tentang perubahan atas Peraturan BKN No. 24 Tahun 2017 Tentang Tata Cara Pemberian Cuti Pegawai.

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

6. Hak Karyawan Perempuan seperti Libur PMS atau Cuti Hamil

Pembatasan Hak-hak tersebut secara umum diatur dalam Pasal 76 Ayat 2 Undang-Undang Nomor 13 tahun 2003, yang menyatakan bahwa perusahaan atau pengusaha tidak diizinkan mempekerjakan perempuan hamil yang dapat membahayakan dirinya sendiri atau kandungannya.

Selain ketentuan tersebut, Pasal 82 Ayat 2 dari Undang-Undang Nomor 13 tahun 2003 juga mengatur hak cuti keguguran. Lebih lanjut, Undang-Undang Nomor 3 tahun 1992 mengatur tentang hak biaya persalinan yang dapat diterima oleh karyawan. Pasal 83 dari Undang-Undang Nomor 13 tahun 2003 juga membahas hak karyawan perempuan terkait menyusui. Terakhir, hak cuti menstruasi diatur dalam Pasal 81 Undang-Undang Nomor 13 tahun 2003. Waktu Kerja, Istirahat, Cuti dan Libur

7. Jaminan sosial dan Keselamatan Kesehatan Kerja (K3)

Karyawan berhak atas jaminan sosial yang mencakup perlindungan terhadap kecelakaan kerja, kematian, hari tua, dan pemeliharaan kesehatan. Saat ini, pelaksanaan hak ini dalam bidang jaminan sosial dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) diwujudkan melalui Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS). Sebagai pemilik perusahaan atau pemberi kerja, adalah kewajiban untuk mendaftarkan setiap karyawan sebagai anggota BPJS guna memenuhi hak tersebut.

Hak karyawan ini diatur dalam Undang-Undang Ketenagakerjaan Nomor 13 tahun 2003, UU Nomor 03 tahun 1992, UU Nomor 01 tahun 1970, Ketetapan Presiden Nomor 22 tahun 1993, Peraturan Pemerintah Nomor 14 tahun 1993, Peraturan Menteri Nomor 4 tahun 1993, dan Nomor 1 tahun 1998.

b. Kewajiban Karyawan

Hak yang diterima oleh karyawan perlu diimbangi juga dengan kewajiban yang harus diberikan oleh setiap karyawan. Beberapa kewajiban karyawan antara lain adalah:

1. Wajib turut serta menyukseskan visi dan misi perusahaan
2. Wajib mentaati kontrak kerja yang telah disepakati sebelumnya antara perusahaan dan karyawan
3. Wajib menjaga kerahasiaan proses produksi pabrik

BAB V

UTILITAS

Untuk memfasilitasi kelancaran proses dalam suatu pabrik, diperlukan sarana penunjang yang krusial guna memastikan jalannya proses produksi dengan baik. Sarana penunjang ini mencakup segala kebutuhan selain bahan baku dan bahan pembantu, yang esensial untuk menjaga agar proses produksi dapat berjalan sesuai harapan. Salah satu faktor yang menjadi pendorong utama kelancaran proses produksi di dalam pabrik adalah penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini mencakup:

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
- b. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- c. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- d. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- e. Unit Penyediaan Bahan Bakar
- f. Unit Pengolahan Limbah

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

Sistem penyediaan air yang mampu memenuhi kebutuhan dalam jumlah yang memadai merupakan aspek krusial bagi sebuah industri. Unsur-unsur yang membentuk sistem penyediaan air melibatkan:

a. Sumber pengadaan air

Sumber-sumber air permukaan, misalnya sungai, danau, waduk atau sumber air tanah (sumur).

b. Sarana-sarana penampungan

Sarana-sarana yang dipergunakan untuk menampung air biasanya diletakkan pada atau dekat sumber penyediannya.

c. Sarana-sarana penyaluran

Sarana-sarana untuk menyalurkan air dari penampungan ke sarana-sarana pengolahan.

d. Sarana-sarana pengolahan

Sarana-sarana yang dipergunakan untuk memperbaiki dari mutu air.

e. Sarana-sarana penyaluran (dari pengolahan)

Sarana-sarana untuk menyalurkan air yang sudah diolah ke sarana-sarana penampungan sementara serta kesatu atau beberapa titik distribusi.

f. Sarana-sarana distribusi

Sarana-sarana yang dipergunakan untuk membagi air ke masing-masing pemakai yang terkait di dalama sistem.

Guna memenuhi kebutuhan airnya, pabrik umumnya memanfaatkan air dari berbagai sumber seperti sumur, sungai, danau, atau bahkan air laut. Dalam desain pabrik Dinitrogen Oksida (N_2O) ini, air dari aliran waduk Krakatausteel yang melintasi sekitar wilayah pabrik dipilih sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- b. Air sungai merupakan sumber air yang kontunuitasnya relatif tinggi sehingga kendala air dapat dihindari.
- c. Jumlah air sungai lebih banyak disbanding dari air sumur.
- d. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Adapun langkah-langkah sistem penyediaan air pada pabrik Dinitrogen Oksida (N_2O) adalah sebagai berikut:

- a. Air Umpan *Boiler*

Uap atau steam dalam pabrik berfungsi sebagai media pemanas. Air umpan boiler disesuaikan dengan excess sebesar 20%. Excess ini merujuk pada jumlah steam yang digunakan untuk menggantikan kehilangan akibat kebocoran transmisi sebesar 10%, ditambah faktor keamanan sebesar 20%. Dengan demikian, kebutuhan air umpan boiler yang dihitung mencapai 1639,377 kg/jam. Penting untuk memastikan bahwa air yang digunakan untuk boiler memenuhi persyaratan agar tidak merusak boiler. Persyaratan ini disesuaikan dengan standar yang dijelaskan dalam *Perry's 6th Edition*, halaman 976.

Tabel 5. 1 Spesifikasi Air Umpan *Boiler*

Parameter	Total (ppm)
Total Padatan	3.500
Alkanitas	700
Padatan Terlarut	300
Silika	60-100
Besi	0,1
Tembaga	0,5
Oksigen	0,007
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Residu Fosfat	140

Berikut adalah prasyarat air umpan *boiler*:

1. Tidak berbuih (berbusa).

Busa disebabkan *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaaan yang tinggi. Berikut adalah kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa:

- a) Kesulitan dalam pembacaan tinggi *liquid* dalam *boiler*.
- b) Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat dan dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lanjut.

Untuk mengatasi hal-hal berikut maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkanitas air umpan boiler.

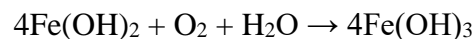
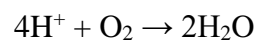
2. Tidak membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan hal-hal berikut:

- a) Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
 - b) Kerak yang berbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.
3. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

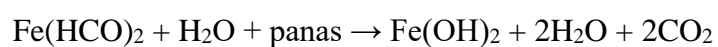
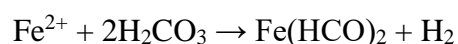
Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah, minyak, dan lemak, bikarbonat, dan bahan organik serta gas-gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂, yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antar besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja.

Jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadi korosi menurut reaksi berikut:



Bikarbonat dalam air akan membentuk CO₂ yang bereaksi dengan air karena pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Adanya pemanasan garam bikarbonat menyebabkan pembentuk CO₂ kembali.

Berikut adalah reaksi yang terjadi:



b. Air pendingin

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

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

c. Air sanitasi

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

1. Syarat fisika, meliputi:
 - a) Suhu : Di bawah suhu udara
 - b) Warna : Jernih
 - c) Rasa : Tidak berasa
 - d) Bau : Tidak berbau
2. Syarat kimia, meliputi:
 - a) Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
 - b) Tidak mengandung bakteri.

Penggunaan air sungai dalam pabrik memerlukan beberapa tahapan pengolahan agar dapat digunakan secara langsung. Beberapa langkah dalam proses pengolahan air mencakup:

a. Penghisapan

Air dari sungai dipompa dan disalurkan ke perangkat penyaringan (*screen*) untuk menghilangkan partikel kotoran berukuran besar. Setelah melewati proses screening, air akan disimpan dalam reservoir.

b. Penyaringan

Proses ini bertujuan untuk menyisihkan materi berukuran besar, seperti daun, ranting, dan sampah lainnya, tanpa memerlukan bahan kimia. Partikel kecil yang masih terbawa akan diproses lebih lanjut pada tahap-tahap berikutnya. Pada sisi hisap pompa, disarankan untuk memasang penyaring (*screen*) dan menyertakan fasilitas pembilas untuk mengurangi risiko kerusakan alat penyaring akibat kotoran dan memastikan kinerjanya tetap optimal.

c. Pengumpalan

Koagulasi merupakan proses pengumpalan partikel koloid yang diinduksi oleh penambahan bahan koagulan atau zat kimia tertentu. Penambahan bahan tersebut menyebabkan partikel koloid tersebut menjadi netral dan membentuk endapan karena pengaruh gaya gravitasi. Bahan koagulan yang umum digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah. Garam ini cenderung mengalami hidrolisis, terutama dalam

suasana basa, sehingga dapat meningkatkan efektivitas proses. Dalam beberapa kasus, kapur sering ditambahkan untuk memberikan sifat alkalis yang diperlukan agar proses flokulasi dapat berjalan dengan efektif. Kapur berperan dalam mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air, menciptakan suasana basa yang mendukung penggumpalan. Proses flokulasi bertujuan menggumpalkan partikel-partikel tersebut menjadi flok dengan ukuran yang memungkinkan untuk dipisahkan melalui sedimentasi dan filtrasi.

d. Pengendapan

Pengendapan ini dilaksanakan dalam bak khusus yang berfungsi untuk menyingkirkan flok yang terbentuk selama proses koagulasi-flokulasi. Flok-flok yang telah terbentuk akan mengendap, dan selanjutnya dapat dikeluarkan atau dibuang dari sistem melalui proses yang dikenal sebagai "*blow down*".

e. *Sand Filter*

Air yang berasal dari bak pengendap yang masih mengandung partikel tersuspensi kemudian melewati alat penyaring pasir untuk proses filtrasi. Filtrasi ini bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , dan lainnya menggunakan resin. *Sand Filter* akan dibersihkan (*back wash, rinse*) ketika dianggap kotor.

f. Penampungan Air Bersih

Air yang sudah melalui tahap filtrasi bisa disebut sebagai air bersih dan ditampung dalam bak penampung air bersih. Air tersebut kemudian didistribusikan untuk keperluan:

1. *Service water*
2. Air domestik
3. *Make up cooling tower*
4. Bahan baku demin plan

g. Demiralisasi

Tujuan dari proses demineralisasi adalah menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* untuk umpan *boiler*. Proses demineralisasi ini terbagi menjadi 2, yaitu pelunakan air dan dealkalinasi. Proses pelunakan air terjadi pada *kation exchanger*. Di dalam *kation exchanger*, mineral-mineral sadah seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , dan mineral lainnya akan dibebaskan dari air bersih. Mineral ini akan ditangkap oleh suatu resin berjenis *hydrogen-zeolite*. Resin memiliki kapasitas untuk menangkap ion-ion ini. Suatu waktu resin tidak mampu lagi untuk menangkap mineral, maka akan disubjekkan kedalam proses regenerasi resin. Regenerasi resin *kation exchanger* dilakukan dengan penambahan asam kuat H_2SO_4 . Air keluaran dari *kation exchanger* adalah air bebas mineral yang tendensi untuk membentuk *scalling*-nya sudah diminimalkan.

Air yang telah melewati *kation exchanger* akan disubjekkan kedalam *anion exchanger* untuk dilakukan proses dealkalinasi. Proses ini bertujuan untuk menangkap ion-ion negatif seperti HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain. Ion negatif ini harus ditangkap karena akan jika air bersifat basa ini dipanaskan, akan berpotensi untuk membentuk gas CO_2 yang bisa menurunkan performa *boiler* dan alat proses lainnya. Proses penangkapan ion-ion memiliki mekanisme yang mirip pada proses pelunakan air. Perbedaan utama nya adalah jenis resin yang digunakan. Jenis resin yang digunakan *weakly basic anion exchanger*. Pada proses ini, saat resin sudah memenuhi kapasitasnya untuk menangkap ion, resin akan diregenerasikan dengan menambahkan basa kuat NaOH . Air keluaran dari *anion exchanger* ini sudah bisa digunakan sebagai air proses. Tetapi untuk penggunaan sebagai air umpan *boiler*, perlu dilakukan proses lebih lanjut.

h. Daerasi

Air keluaran dari proses demineralisasi yang akan dijadikan umpan *boiler* akan disubjekkan ke proses daerasi untuk menghilangkan gas-gas terlarut dalam air, terutama gas O_2 yang berpotensi untuk menyebabkan korosi pada *boiler*. Korosi pada *boiler* memiliki konsekuensi yang sangat berbahaya, selain perpendekan umur *boiler*. Pengikisan didalam *boiler* berpotensi menyebabkan peledakan dikarenakan ekspansi tekanan yang tidak sesuai dengan tekanan desain. Untuk menghilangkan gas-gas terlarut, senyawa N_2H_4 (hidrazin) ditambahkan untuk mengikat O_2 dan gas terlarut lainnya. Setelah dihilangkan kandungan gas terlarut, maka air

keluaran deaerator dapat langsung diumpankan ke *boiler feed water*, kemudian diumpankan ke *boiler*. Di dalam *boiler* akan berlangsung proses pembangkitan air menjadi *steam*. Namun, untuk menjaga konsentrasi *suspended solid* yang terakumulasi di dalam *boiler*, dilakukan sistem *blowdown* pada periode tertentu sehingga menghilangkan sejumlah air. Untuk mengganti air yang hilang tersebut, ditambahkan *make up water* agar tetap memenuhi kebutuhan proses.

Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Vaporizer</i>	VAP-01	1227,693
<i>Heater</i>	H-01	138,455
Total		1366,148

Perancangan dibuat *overdesign* 20% maka jumlah kebutuhan steam

adalah **1.366,148** kg/jam.

Blowdown 10% = **163,938** kg/jam

b. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor	R-01	68653,512
Cooler 1	CL-01	2337,378
<i>Cooler 2</i>	CL-02	1121,569
<i>Cooler 3</i>	CL-03	470,767
<i>Condensor Partial</i>	CDP-01	3229,615
Total		75812,841

Perancangan dibuat *overdesign* 20% maka jumlah kebutuhan steam adalah **75.812,841** kg/jam.

Kebutuhan air total = **90.975,409** kg/jam

c. Kebutuhan Air Domestik

Menurut standar *WHO*, total kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100 – 120 liter/hari. Kebutuhan air tiap karyawan adalah 1 kg/jam. Jumlah karyawan sebanyak 155 orang. Sehingga kebutuhan air karyawan yaitu sebesar 570,211 kg/jam. Kebutuhan air untuk mess sebesar 5.000 kg/jam. Sehingga kebutuhan air domestik yaitu sebesar 18.685,065 kg/jam.

d. Kebutuhan Air *Service*

Tabel 5. 4 Kebutuhan Air *Service*

Kebutuhan	Jumlah Kg/Hari
Bengkel	200
Poliklinik	300
Laboratorium	500
Pemadam kebakaran	1000
Kantin, musholla, dan kebun	4000
Total kebutuhan service water	6000

5.2 Kebutuhan Pembangkit *Steam*

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

Kapasitas : 601.550,367 kj/jam

Jenis : *Packaged Boiler*

Jumlah : 1

Boiler terumus dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi. Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 188°C, kemudian diumpankan ke *boiler*. Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 12 atm, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pabrik berasal dari kebutuhan peralatan proses, peralatan utilitas, dan kebutuhan perkantoran. Rincian dari kebutuhan listrik yang ada di pabrik adalah sebagai berikut:

a. Kebutuhan Listrik Proses

1. Alat Proses

Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Kode Alat	
		Hp	Watt
Mixer-01	M-01	170,42	127.080,810
Belt Elevator-01	BE-01	1,25	932,158
Pompa-01	P-01	0,33	248,567
Pompa-02	P-02	0,08	62,142
Pompa-03	P-03	0,05	37,285
Pompa-04	P-04	0,13	93,213
Pompa-05	P-05	0,08	62,142
Total		172,34	128.516,315

2. Alat Utilitas

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Kode Alat	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2	1.491,4
Blower Cooling Tower	BL-01	3	1491,4
Kompresor Udara	CP-01	5	2.237,1
Pompa-01	PU-01	15,00	3.728,5
Pompa-02	PU-02	20,00	11.185,5
Pompa-03	PU-03	15,00	14.914
Pompa-04	PU-04	0,05	11.185,5
Pompa-05	PU-05	20,00	37,285
Pompa-06	PU-06	20,00	14.914
Pompa-07	PU-07	15,00	14.914
Pompa-08	PU-08	15,00	11.185,5
Pompa-09	PU-09	15,00	11.185,5
Pompa-10	PU-10	2,00	11.185,5
Pompa-11	PU-11	3,00	1.491,4
Pompa-12	PU-12	0,05	2.237,1
Pompa-13	PU-13	15,00	37,2850
Pompa-14	PU-14	7,50	11.185,5

Lanjutan Tabel 5.6

Pompa-15	PU-15	10,00	5.592,75
Pompa-16	PU-16	0,25	7.457
Pompa-17	PU-17	0,25	186,425
Pompa-18	PU-18	0,75	186,425
Pompa-19	PU-18	0,33	559,275
Pompa-20	PU-19	0,33	248,567
Pompa-21	PU-20	0,33	248,567
Total		184,85	137842,645

b. Kebutuhan Listrik Lainnya

Kebutuhan listrik untuk AC dan penerangan masing-masing sebesar 15 kW dan 100 kW. Sedangkan kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel sebesar 40 kW dan kebutuhan listrik untuk instrumentasi sebesar 10 kW. Kebutuhan listrik total yang ada di pabrik mencapai 178,5753 kW. Listrik diperoleh dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Nasional (PLN) dan generator. Generator berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat-alat seperti *boiler*, pengaduk reaktor, dan sejumlah pompa. Generator menggunakan solar dan udara yang di tekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga generator dapat menghasilkan energy listrik. Listrik tersebut didistribusikan menggunakan panel. PT listrik dari generator digunakan sebagai sumber listrik utama untuk penerangan dan menggerakkan alat proses ketika listrik padam:

Kapasitas : 750 kW

Jenis : AC Generator

Jumlah : 1

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Dalam operasional pabrik ini, udara tekan memiliki peran vital sebagai penggerak instrumen kontrol yang bekerja secara pneumatis. Tekanan udara instrumen yang digunakan mencapai 7,2 bar, dan sekitar 12 alat kontrol dalam pabrik ini membutuhkan udara tekan untuk beroperasi. Proses pembuatan udara tekan melibatkan pemampatan udara lingkungan melalui compressor yang dilengkapi filter udara untuk mencapai tekanan 7,2 bar. Udara yang dihasilkan kemudian dialirkan ke alat kontrol dan alat proses yang membutuhkannya. Kebutuhan total udara instrumen diperkirakan mencapai 22,4294 m³/jam. Penting untuk mencatat bahwa udara yang digunakan harus dalam keadaan kering, dan untuk memastikan hal ini, udara yang keluar dari blower melewati tangki udara yang berisi silica gel sebagai pengering.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler adalah *fuel oil* dan bahan bakar yang digunakan sebagai bahan bakar generator adalah solar. *Fuel oil* yang digunakan adalah produk yang dihasilkan oleh PT Pertamina. Produk ini lebih dikenal dengan istilah Minyak Bakar (I). Spesifikasi dari minyak bakar dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. 7 Spesifikasi Minyak Bahan Bakar

No	Karakteristik	Nilai
1.	Nilai Kalori	41,87 MJ/kg
2.	Densitas	991 kg/m ³
3.	Viskositas Kinematis	180 mm ² /detik
4.	Titik Tuang	30 °C
5.	Titik Nyala	60 °C
6.	Kandungan Belerang	3,5% wt
7.	Kandungan Air	0,75% wt
8.	Sedimen	0,15% wt

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah solar sebesar 99.745L/jam.

5.6 Unit Pengolahan Lanjut

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik N₂O ini adalah berupa limbah cair. Limbah cair dihasilkan pabrik biohidrogen ini berupa cairan yang terdiri dari campuran air dan pengotor lainnya.

a. *Pre-Treatment*

Pre-treatment yang dilakukan adalah pengendapan menggunakan bak pengendapan untuk menghilangkan padatan besar menggunakan gaya gravitasi.

b. *Treatment* Pertama

Treatment pertama berfungsi untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair. Pada treatment ini digunakan lumpur aktif organik yang dapat meningkatkan jumlah bakteri pengurai limbah organik. Proses aerasi dilakukan hingga nilai BOD, COD, dan DO standar diperoleh.

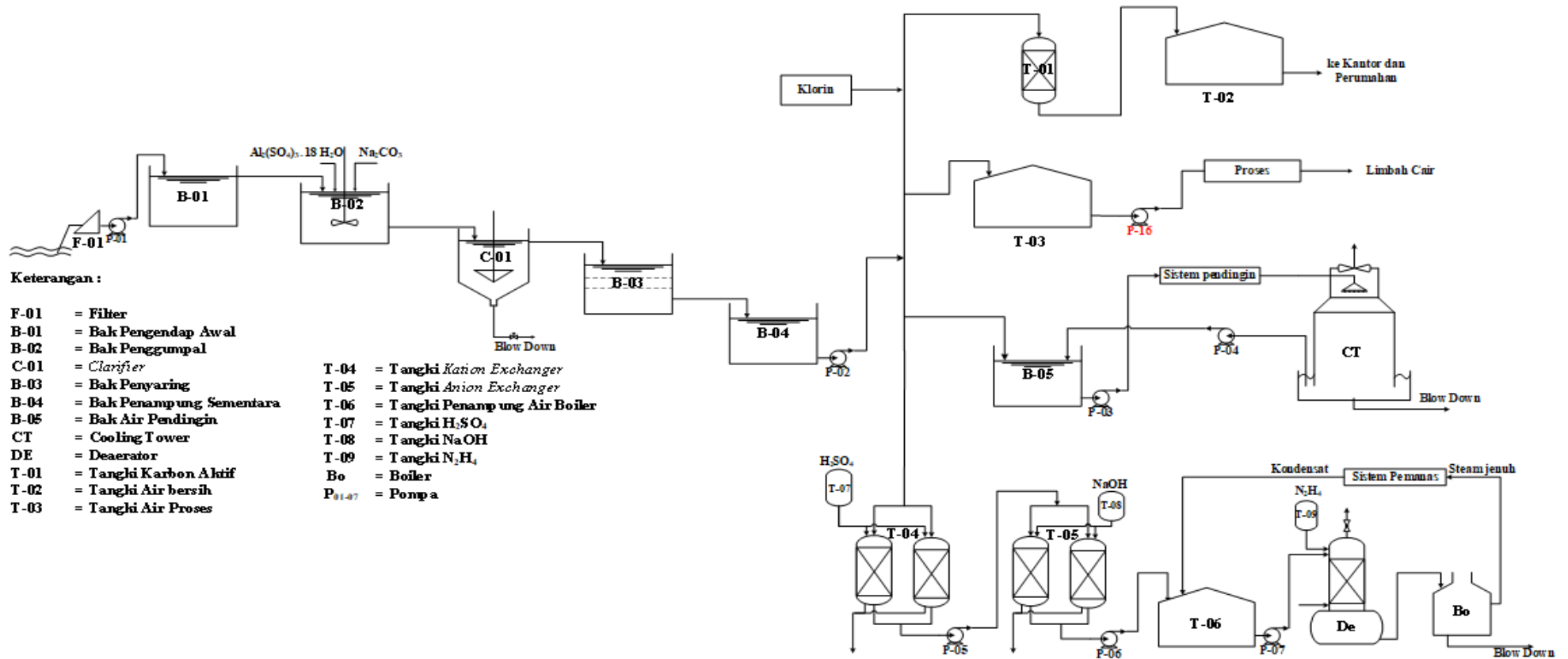
c. *Treatment* Kedua

Treatment kedua dilakukan jika limbah cair memiliki pH tidak netral. Proses penetralan dilakukan dengan cara menambahkan senyawa kimia yang dapat menetralkan atau dengan menambahkan air pada limbah cair tersebut.

d. *Treatment* Ketiga

Treatment ketiga berfungsi untuk membunuh mikroorganisme patogen yang terkandung di dalam air limbah. Desinfeksi mikroorganisme patogen dilakukan dengan cara menginjeksi gas Cl_2 pada limbah cair. Pengawasan yang ketat pada tiap treatment limbah cair berupa pengujian di lab sangat diperlukan agar limbah cair tidak merusak lingkungan disekitar lokasi pabrik.

Unit Pengolahan Air Industri



Gambar 5. 1 Diagram Utilitas

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Dalam tahap pra rancangan pabrik, analisis ekonomi menjadi suatu langkah yang sangat penting untuk mengestimasi keberhasilan investasi modal dalam kegiatan produksi pabrik. Hal ini mencakup evaluasi kebutuhan modal investasi, potensi laba yang dihasilkan, periode pengembalian modal, dan penentuan titik impas di mana total biaya produksi sebanding dengan keuntungan yang diperoleh. Analisis ekonomi ini bertujuan untuk menilai apakah pendirian pabrik tersebut dapat memberikan keuntungan serta sejauh mana layakannya untuk didirikan. Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

- a. Modal (*Capital Investment*)
 1. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 2. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
- b. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 1. Biaya produksi langsung (*Direct manufacturing Cost*)
 2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 3. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
- c. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
- d. Analisa Kelayakan Ekonomi
 1. *Percent Return on investment (ROI)*
 2. *Pay out time (POT)*
 3. *Break event point (BEP)*

4. *Shut down point (SDP)*5. *Discounted cash flow (DCF)*

Untuk dapat menilai sejauh mana keuntungan yang diperoleh termasuk signifikan dan menentukan potensi pendirian pabrik, dilakukanlah analisis kelayakan. Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

a. *Percent Return on investment (ROI)*

Percent Return on Investment (ROI) merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

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

b. *Pay out time (POT)*

Pay Out Time (POT) adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

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

c. *Break event point (BEP)*

Break Event Point (BEP) adalah terjadinya titik impas dimana tingkat penjualan atau pendapatan yang diperoleh dan modal yang digunakan untuk menghasilkan laba berada dalam posisi yang sama.

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

R_a : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

V_a : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

S_a : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

d. *Shut down point (SDP)*

Shut down point (SDP) adalah titik atau kondisi saat penentuan suatu aktivitas produksi harus berhenti. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Hal tersebut diakibatkan karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{(0,3 R_a)}{(S_a - V_a - 0,7 R_a)} \times 100\%$$

Dalam hal ini:

F_a : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

R_a : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

V_a : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

S_a : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

e. *Discounted cash flow (DCF)*

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

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

Dalam hal ini:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik

i : Nilai DCFR

6.1 Penaksiran Harga Alat

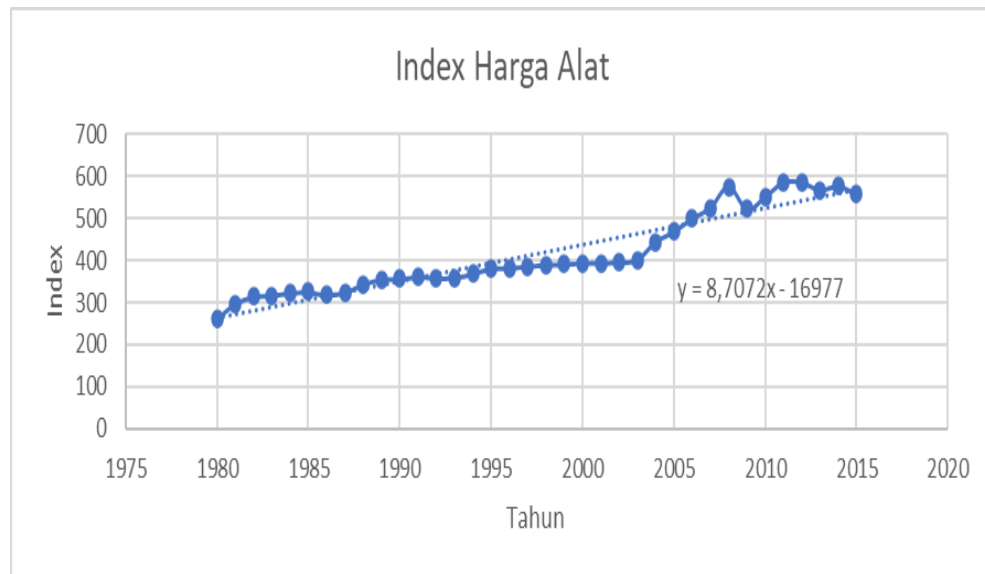
Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan diperlukan metode atau cara untuk memperkirakan harga alat tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik Dinitrogen Oksida (N₂O) ini beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2024. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lainnya diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Tabel 6. 1 Index Harga Alat Tahun 1980-2015

(xi)	Index(yi)
1980	261
1981	297
1982	314
1983	317
1984	323
1985	325
1986	318
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1
2015	556,8

Harga indeks tahun 2024 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai tahun 2015, dicari dengan persamaan regresi linear.



Gambar 6. 1 Index Harga Alat

Persamaan yang diperoleh adalah $y = 8,7072x - 16977$, dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2024 yaitu sebesar 668,072. Harga-harga alat lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dari referensi buku *Peters & Timmerhaus* pada tahun 1990 dan *Aries Newton* pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y}$$

Dalam hubungan ini:

E_x : Harga pembelian pada tahun 2024

E_y : Harga pembelian pada tahun referensi (1990)

N_x : Indeks harga pada tahun 2024

N_y : Indeks harga pada tahun referensi (1990)

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 10.000 Ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan = 2026

Kurs mata uang = Rp 15.152

6.3 Perhitungan Biaya

6.3.1 Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Ada 2 macam *capital investment*, yaitu:

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

Tabel 6. 2 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya(\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost (PEC)</i>	Rp 30.935.198.989	\$ 1.949.534
2	<i>Delivered Equipment Cost (DEC)</i>	Rp 7.733.799.747	\$ 487.383
3	<i>Installation Cost (Biaya Pemasangan)</i>	Rp 5.083.151.495	\$ 320.339,77
4	<i>Piping Cost (Biaya Pemipaan)</i>	Rp 17.101.070.799	\$ 1.077.708
5	<i>Instumentation Cost (Biaya Instrumentasi)</i>	Rp 7.739.500.184	\$ 487.743
6	<i>Insulation Cost (Biaya Isolasi)</i>	Rp 1.190.599.658	\$ 75.031
7	<i>Electrical Cost (Biaya Listrik)</i>	Rp 3.093.519.899	\$ 194.953
8	<i>Building Cost (Biaya Bangunan)</i>	Rp 19.050.000.000	\$ 1.200.529

Lanjutan Tabel 6.2

9	<i>Land and Yard Improvement</i> (Tanah dan Perluasan Lahan)	Rp	27.125.000.000	\$	1.709.415
Total		Rp	119.051.840.771	\$	7.502.637

Tabel 6. 3 *Direct Plant Cost* (DPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)		Biaya(\$)	
1	<i>Engineering and Construction</i>	Rp	23.810.368.154	\$	1.500.527
2	<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	Rp	119.051.840.771	\$	7.502.636,80
Total		Rp	142.862.208.926	\$	9.003.164

Tabel 6. 4 *Fixed Capital Investment* (FCI)

No	Jenis	Biaya (Rp)		Biaya(\$)	
1	<i>DPC (Direct Plant Cost)</i>	Rp	142.862.208.926	\$	9.003.164
2	<i>Contractor's Fee</i>	Rp	5.714.488.357	\$	360.127
3	<i>Contingency</i>	Rp	35.715.552.231	\$	2.250.791
Total		Rp	184.292.249.514	\$	11.614.081

b. *Working Capital Investment*

Working Capital merujuk pada dana yang digunakan untuk menjalankan operasional pabrik dan menghasilkan produk. Modal ini dapat berasal dari sumber internal perusahaan atau dapat diperoleh melalui pinjaman bank. Proporsi antara modal internal atau ekuitas dan pinjaman bank dapat bervariasi, seperti rasio 30:70, 40:60, atau kebijakan lainnya yang menentukan perbandingan antara pinjaman dan modal internal. Ini karena investasi modal bertujuan untuk meraih keuntungan dari modal yang diinvestasikan.

Tabel 6. 5 *Working Capital (WC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya(\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 469.683.826.980	\$ 29.599.435
2	<i>Inproses Inventory</i>	Rp 258.108.353.997	\$ 16.265.966
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 1.106.178.659.986	\$ 69.711.284
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 427.622.850.448	\$ 26.948.755
5	<i>Available Cash</i>	Rp 1.106.178.659.986	\$ 69.711.284
	Total	Rp 3.367.772.351.397	\$ 212.236.725

6.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk pembuatan produk dari bahan dasar yang merupakan jumlah dari *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*.

a. *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing cost yaitu pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.

Tabel 6. 6 *Direct Manufacturing cost (DMC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya(\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 11.071.118.778.807	\$ 697.700.957
2	Tenaga Kerja	Rp 23.388.000.000	\$ 1.473.910
3	<i>Supervisor</i>	Rp 5.847.000.000	\$ 368.477
4	<i>Maintenance</i>	Rp 12.900.457.466	\$ 812.986
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 1.935.068.620	\$ 121.948
6	<i>Royalitas dan Patents</i>	Rp 282.231.081.296	\$ 17.786.179
7	Utilitas	Rp 11.951.822.973	\$ 753.203
		Rp 11.409.372.209.161	\$ 719.017.659

b. *Indirect Manufacturing Cost*

Indirect Manufacturing Cost adalah total biaya pengeluaran yang berkaitan khusus dalam pembuatan suatu produk.

Tabel 6. 7 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Jenis		Biaya (Rp)	Biaya(\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp	4.677.600.000	\$ 294.782
2	<i>Laboratory</i>	Rp	4.677.600.000	\$ 294.782
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp	23.388.000.000	\$ 1.473.910
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp	705.577.703.240	\$ 44.465.446
	Total	Rp	738.320.903.240	\$ 46.528.920

c. *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost adalah total biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat beroperasi maupun tidak beroperasi atau pengeluaran yang memiliki sifat tetap, tidak tergantung pada waktu maupun tingkat jumlah produksi.

Tabel 6. 8 *Fixed Manufacturing Cost (FCI)*

No	Jenis		Biaya (Rp)	Biaya(\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp	14.743.379.961	\$ 929.127
2	<i>Property Taxes</i>	Rp	3.685.844.990	\$ 232.282
3	<i>Insurance</i>	Rp	1.842.922.495	\$ 116.141
	Total	Rp	20.272.147.447	\$ 1.277.549

Tabel 6. 9 *Total Manufacturing Cost*

No	Jenis		Biaya (Rp)	Biaya(\$)
1	<i>Total Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp	20.272.147.447	\$ 1.277.549
2	<i>Total Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp	738.320.903.240	\$ 46.528.920
3	<i>Total Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp	11.409.372.209.161	\$ 719.017.659
	Total	Rp	12.167.965.259.848	\$ 766.824.128

6.3.3 General Expense

General Expense adalah pengeluaran secara umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk dalam *manufacturing cost*.

Tabel 6. 10 *General Expense (GE)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya(\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 365.038.957.795	\$ 23.004.724
2	<i>Sales Expenses</i>	Rp 608.398.262.992	\$ 38.341.206
3	<i>Research</i>	Rp 608.398.262.992	\$ 38.341.206
4	<i>Finance</i>	Rp 142.082.584.036	\$ 8.954.032
	Total	Rp 1.723.918.067.817	\$ 108.641.169

Tabel 6. 11 *Total Production Cost (TPC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya(\$)
1	<i>Total Manufacturing Cost</i>	Rp 12.167.965.259.848	\$ 766.824.128
2	<i>General Expense</i>	Rp 1.723.918.067.817	\$ 108.641.169
	Total	Rp 13.891.883.327.665	\$ 875.465.297

6.4 Analisis Resiko Pabrik

Menurut definisi dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), analisis merujuk pada penyelidikan terhadap suatu hal atau peristiwa dengan maksud untuk memahami keadaan dan mencapai hasil akhir berdasarkan pengamatan. Sementara itu, risiko diartikan sebagai ketidakpastian yang dapat mengakibatkan kerugian atau dampak yang tidak diinginkan.

Dengan demikian, analisis risiko pabrik menggambarkan sebuah penyelidikan terhadap kondisi pabrik dengan tujuan mengevaluasi kemungkinan terjadinya kerugian atau dampak yang tidak diinginkan bagi lingkungan sekitar. Beberapa kriteria dalam analisis tersebut mencakup:

a. Bahan Baku

Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) merupakan sebuah garam campuran dari ammonia (NH_3^+) dan asam nitrat (HNO_3^-) yang kegunaannya umum pada bidang pupuk dan bahan peledak. Dengan titik leleh sebesar 169.6°C bahan ini merupakan salah satu bahan yang mudah terbakar di ruangan bebas sehingga peraturan pemerintah telah melakukan tindakan terkait pengiriman dan penyimpanan bahan tersebut. Disisi lain, Ammonium Nitrat ini mampu larut di air pada kondisi suhu tertentu, dan akan menjadikannya reaksi dekomposisi dengan produk berupa Dinitrogen Oksida (N_2O).

Sehingga, dapat disimpulkan dengan skala 1 sampai 5 dimana dari urutan keterangan dari nomor 1 sampai nomor 5 adalah sangat bahaya, bahaya, netral, aman, sangat aman, skor yang penulis berikan berdasarkan karakteristik bahannya yang mudah terbakar adalah 2 dengan pertimbangan kebutuhan bahan ini sebagai bahan utama dalam pembuatan Dinitrogen Oksida (N_2O)

b. Produk

Dinitrogen Oksida (N_2O) atau umumnya disebut dengan gas tertawa, nitro atau nos merupakan sebuah senyawa kimia dengan oksigen dan nitrogen. Sifat fisis bahan ini pada suhu ruangan merupakan sebuah gas yang tidak gampang terbakar dan memiliki aroma yang manis, tetapi pada suhu yang tinggi gas ini mampu menjadi sebuah oksidator yang kuat seperti molekul oksigen.

Dinitrogen Oksida ini sangat diperlukan dalam penanganan medis terutama pada bidang pembedahan dikarenakan mampu menjadi sebuah anestesi atau pereda rasa sakit. Ada juga kegunaan senyawa ini sebagai penggerak bahan bakar sebuah rocket berdasarkan paten yang diterbitkan oleh *Robbert Goddard* pada tahun 1914. Disisi lain, senyawa ini bisa digunakan juga sebagai sebuah senyawa yang berfungsi sebagai katalis dalam pembakaran sebuah bahan bakar di ruang mesin sebuah mobil balap.

Sehingga dengan beberapa pertimbangan diatas produk Dinitrogen Oksida terhitung pada skala 5 dikarenakan bahannya yang tidak gampang meledak sesuai dengan keterangan dari *National Fire Protection Association (NFPA)*

c. Limbah Pabrik

Berdasarkan dengan arus aliran *Process Engineering Flow Diagram (PEFD)*, hasil keluaran bawah dari Separator-02 berupa campuran cairan dengan komponen yang terdiri di dalamnya adalah Ammonium Nitrat dan Air, yang nantinya hasil keluaran ini sebesar 20% akan di-*recycle* kembali menuju Mixer-01 dan sisanya akan salurkan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL). Dikarenakan limbah yang dihasilkan merupakan limbah yang dapat teroksidasi tetapi apabila dicampur dengan air bahan tersebut mudah larut dan terdekomposisi sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa bahan buangan yang disalurkan ke UPL ini merupakan

bahan yang tidak berbahaya. Sehingga, skala yang diberikan dari 1 sampai 5 adalah 5.

Dalam menilai risiko suatu pabrik, dapat diperhatikan beberapa aspek yang melibatkan sifat bahan, produk yang dihasilkan, limbah yang dihasilkan, dan kondisi operasi alat selama proses produksi. Setelah meninjau sifat bahan, produk, limbah yang terlibat, serta kondisi operasi alat, dapat disimpulkan bahwa prarancangan pabrik ini memiliki risiko yang rendah (*low risk*).

6.5 Hasil Analisa Kelayakan

Analisa Keuntungan

Sebelum Pajak : Rp 97.991.084.533

Setelah Pajak : Rp 68.593.759.173

a. Return on Investment (ROI)

Return On Investment (ROI) adalah kecepatan pengembalian banyaknya modal investasi, dinyatakan dalam persentase (%) terhadap modal yang tetap.

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

ROI sebelum pajak = 53,17%

ROI setelah pajak = 37,22%

Batasan minimum *ROI* sebelum pajak untuk industri kimia adalah untuk *low risk* yaitu 11%. Pabrik Dinitrogen Oksida (N₂O) termasuk pabrik yang *low risk*, sehingga batas minimum *ROI* sebesar 11% (A.

Newton, 1954). Hal ini juga mampu dijadikan titik pertimbangan bahwa pabrik Dinitrogen Oksida dari Ammonium Nitrat ini layak untuk didirikan.

b. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah jumlah tahun yang berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan melebihi investasi awal jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya Fixed Capital Investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

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

POT sebelum pajak = **1,63 tahun**

POT setelah pajak = **2,2 tahun**

Batasan maksimum *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak untuk skala industri kimia Low risk yaitu 5 tahun. Pabrik Dinitrogen Oksida (N₂O) termasuk pabrik yang low risk sehingga, *POT* sebelum pajak maksimum 5 tahun (A. Newton, 1954). Hal ini juga dapat menjadikan perancangan pabrik Dinitrogen Oksida layak untuk didirikan.

c. Break Even Point (BEP)

Break Event Point (BEP) adalah suatu titik impas (hal tersebut pabrik tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian). Total Kapasitas pabrik pada saat *sales value* = total cost. Suatu pabrik akan mengalami jika beroperasi di bawah standar *Break Event Point (BEP)* dan mendapatkan keuntungan jika beroperasi diatas *Break Event Point (BEP)*. Harga *Break Event Point (BEP)* pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas (A. Newton, 1954).

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

$$BEP = 55\%$$

d. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah level produksi pabrik yang mana biaya untuk mengoperasikan pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik tersebut dan membayar sejumlah *fixed cost*..

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

$$SDP = 53,43\%$$

e. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Evaluasi ekonomi keuntungan pabrik dengan cara *Discounted Cash Flow* menggunakan nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik tersebut berakhir (*present value*), dengan batas melebihi dari jumlah bunga bank minimum yaitu 1,5.

Umur pabrik = 10 tahun

FCI = Rp 184.292.249.514

Working Capital = Rp 3.367.772.351.397

Salvage Value (SV) = Rp 14.743.379.961

Cash flow (CF) = Annual Profit + Depresiasi + Finance

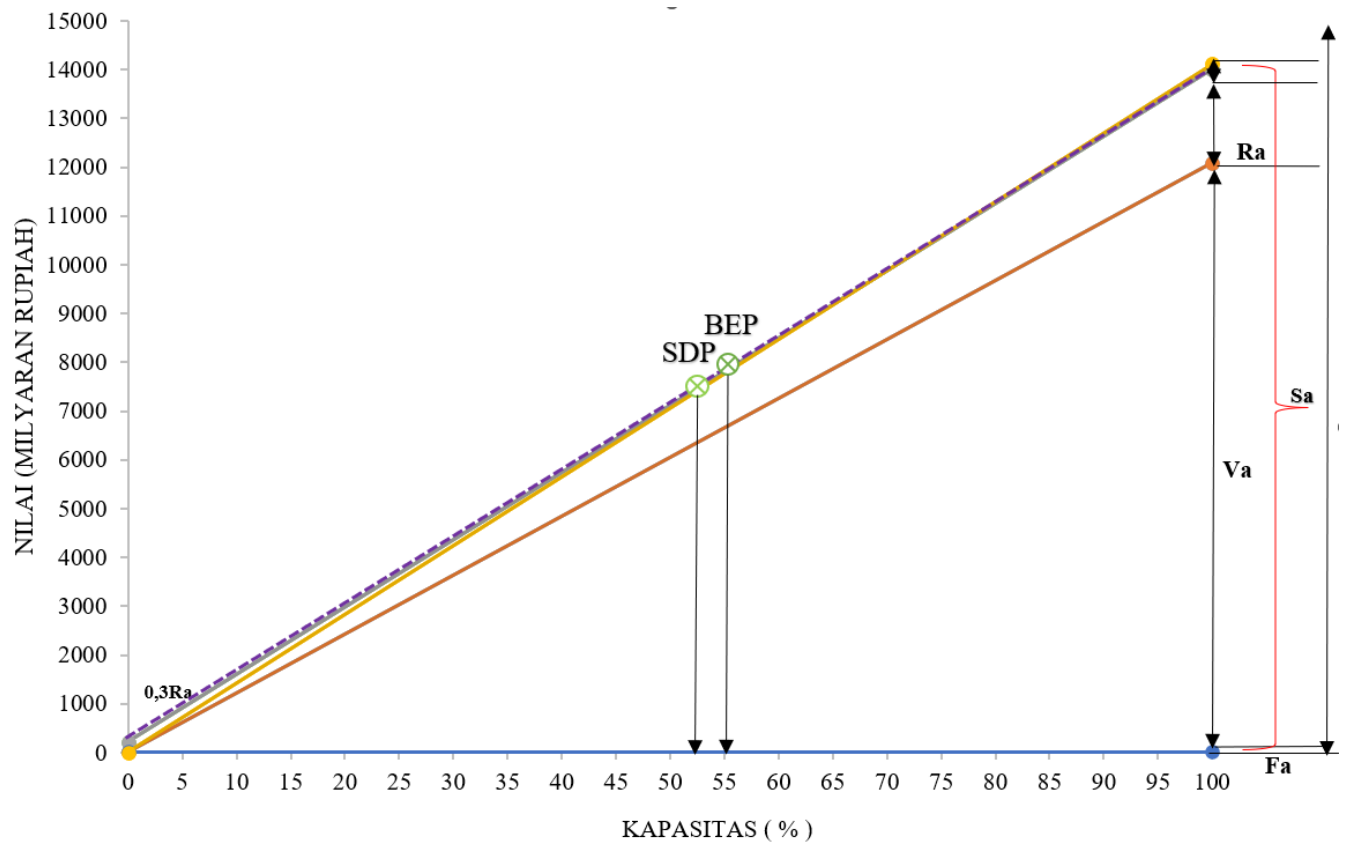
= Rp 225.419.723.171

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

$$R = \text{Rp } 6.956.565.456.264,57$$

$$S = \text{Rp } 6.956.565.456.264,56$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 6,95\%$, dengan suku bunga deposit minimum menurut Bank Indonesia adalah 5%



Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

a. Tentang Resiko Pabrik

Dalam mengevaluasi risiko pabrik, perhatian diberikan pada beberapa aspek seperti sifat bahan, produk yang dihasilkan, limbah yang dihasilkan, dan kondisi operasi alat selama proses produksi. Setelah meninjau sifat bahan, produk, limbah, dan kondisi operasi alat, disimpulkan bahwa prarancangan pabrik ini memiliki risiko yang rendah (*low risk*). Berdasarkan analisis risiko dengan skala penilaian dari 1 sampai 5, perancangan pabrik Dinitrogen Oksida dari Ammonium Nitrat dapat dianggap memiliki skor yang mendekati 5 (*low risk*) jika dipertimbangkan dari berbagai aspek analisis yang telah dijelaskan sebelumnya.

b. Berdasarkan tinjauan ekonomi yang terdiri dari analisa *non-discounted cash flow* dan *discounted cash flow*, pabrik *Dinitrogen Oxide* dari *Ammonium Nitrate* layak untuk didirikan dengan harga jual produk Rp 1.411.155,70 /kg

1. Analisa *non-discounted cash flow*

% ROI sebelum pajak : 53,17%

% ROI setelah pajak : 37,22%

POT sebelum pajak : 1,63 tahun

POT sesudah pajak : 2,2 tahun

2. Analisa *discounted cash flow*

Bunga pengembalian modal (i) : 8,81 %

Waktu pengembalian modal (n) : 10 tahun

3. *Break Even Point* (BEP)

BEP = 55 %

4. *Shut Down Point* (SDP)

SDP = 53,43 %

- c. Ditinjau dari teknik yang meliputi pengadaan alat-alat produksi, penerapan teknologi, bahan baku, proses produksi, hasil produksi dan tenaga kerja maka pabrik *Dinitrogen Oxide* (N_2O) dari *Ammonium Nitrate* (NH_4NO_3) dengan kapasitas produksi 10.000 ton/tahun layak untuk dipertimbangkan lebih lanjut.

7.2 Saran

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

- a. Optimasi saat pemilihan alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
- b. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R & Newton, R. 1954. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc.Graw Hill
- Bird,R.B. 2002. *Transport Phenomena*.ed 2. John Willey and Son.
- Brownell and Young. 1959. *Process Equipment Design*. John Willey and Son, New York.
- Coulson, Richardson. 2002. *Particle Technology and Separation Process 5th Edition*. Butherworth Henemann, London.
- Kern, D.Q.1956. *Process Heat Transfer*. Mc.Graw Hill.
- Kosaric, N., Z., Duvnjak, A., Farkas, H., Sahm, S., Bringer-Meyer, O., Goebel dan D., Mayer, 1993, “Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry”, edisi ke-5, Vol. A17., Verlag-Chemie, Weinheim, Jerman, hal. 337.
- Ludwig, E.E., *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Ed.III, vol 3.
- Megyessy.1999. *Pressure Vessel Handbook*. Butherford,London
- Norris Shereve .R., 1956, “*Chemical Properties Handbook*”, McGraw Hill Companies, Inc., New York.
- Green D & Perry, R.H. 2008. *Perry's Chemical Engineer's Handbook. 8th edition*. . Mc.Graw Hill
- Oxley, J.C., et.al., 1989, “*Thermal Decomposition of Ammonium Nitrate Based Composites*”, Department of Chemistry & Center for Explosive Technology Research, New Meixco Institute of Mining & Technology.

Pennington Timothy .B., 1987,"*Method For Producing Dinitrogen Oxide By Reacting Ammonia With A Molten Nitrate Salt*", US Patent 4689209.

Peter, M.S & K.D. Timmerhaus. 1989. *Plant Design And Economics For Chemical Engineers*. Mc.Graw Hill

Rase, H.F. 1997. *Chemical Reactor Design for Process Plants*. John Willey and Son, Inc. N.Y. vol I.

Reid, R.C. 1988. *The Properties of Liquids and Gases*. Mc Graw Hill, New York.

LAMPIRAN A
PERANCANGAN REAKTOR

**PRA RANCANGAN PABRIK DINITROGEN OXIDE DARI AMMONIUM NITRATE
DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

Perhitungan Reaktor

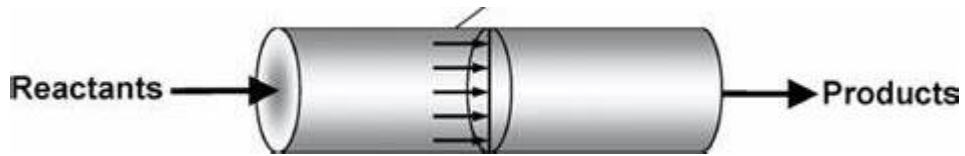


Disusun Oleh :

Firas Aushaf Hadiningrat (19521225)

Ilham Kemal Pasha (19521222)

PERHITUNGAN REAKTOR (R-01)



Gambar 7.1 Reaktor Alir Pipa

Fungsi : Tempat Terjadinya Reaksi Ammonium Nitrat Menjadi Nitrous Oxide

Kode : R-01

Jenis : Reaktor Alir Pipa (*Plug Flow Reactor*)

Bahan Konstruksi : *High-alloy Steel SA-167 Grade 3*

Kondisi Operasi : Suhu = 260 °C

Tekanan = 2.5 atm

Konversi: 98% (*Walas, Chemical Process Equipment Selection and Design, pg. 694*)

a. Pemilihan Jenis Reaktor

Jenis reaktor yang digunakan merupakan reaktor alir pipa dengan Jacket Pendingin dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Dimensi seperti panjang, diameter dan volume reaktor dapat disesuaikan dengan bahan yang akan dicampur.
2. Terdapat komponen dari umpan yang hanya bisa direaksikan dengan reaktor alir pipa.
3. Tidak adanya katalis dalam reaksi untuk menghasilkan produk yang diinginkan.
4. Fase reaksi gas-gas sehingga memungkinkan pemakaian RAP.

5. Tidak perlu pengadukan sehingga tidak bisa menggunakan RATB.

b. Pemilihan Bahan Konstruksi

Bahan konstruksi yang digunakan adalah *High-alloy Steel SA-167 Grade 3* dengan pertimbangan yaitu:

1. Memiliki ketahanan dan kekuatan yang mampu menahan suhu tinggi.
2. Tahan terhadap tekanan yang tinggi pada saat reaksi terjadi.
3. Termasuk kedalam standar industri meliputi API dan ASME serta standar lain dengan keamanan yang terjamin.

c. Spesifikasi Komponen Pada Reaktor

Dengan reaksi berupa $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$, didapatkan neraca massa sebagai berikut:

Tabel 7.1 Neraca Massa Komponen Reaktor

Komponen	Input	Output	NIn (Kgmol/Jam)	Nout (Kgmol/Jam)
NH ₄ NO ₃	2339,662918	46,79325837	29,24578648	0,58491573
H ₂ O	515,8956735	1547,68702	28,66087075	85,98261225
N ₂ O	0	1261,078313	0	28,66087075
Total	2855,558592	2855,558592	57,90665723	115,2283987

Tabel 7.2 Data Viskositas Fase Gas

Komponen	Sumber	A	B	C
NH ₄ NO ₃	Yaws	-22,347	0,8	-0,00008697
H ₂ O	Yaws	-36,826	0,429	-0,0000162
N ₂ O	Yaws	-5,68	0,556	-0,000152

Tabel 7.3 Konduktivitas Thermal Fase Cair

Comp	Source	A	B	C
NH4NO3	yaws 527/125 & 528/171	-0,00603	0,000101362	1,476E-07
H2O	yaws 527/127	0,00053	0,000047093	4,9551E-08

Tabel 7.4 Kapasitas Panas Fase Gas

Komponen	Sumber	A	B	C	D	E
NH4NO3 (gas)	yaws pg. 51 / 125 & yaws pg. 52 / 171	53,328	0,121569	0,000027944	-8,4126E-08	2,9675E-11
H2O (gas)	yaws pg. 51 / 127	33,933	-0,0084186	0,000029906	-1,7825E-08	3,6934E-12
N2O (gas)	yaws pg. 52 / 187	23,219	0,061984	0,000037989	6,9671E-09	8,1421E-13

d. Persamaan Pemodelan Matematis Runge-Kutta dan Persamaan Pendukung.

i. Kecepatan reaksi dapat didekati dengan persamaan yang ada pada

“Pemodelan Matematis” (Sediawan W.B. dan Prasetya A.,1997):

$$r_A \left(\frac{\text{gmol A}}{\text{waktuxberat katalisator}} \right) = a.k \left(C_A - \frac{C_B \cdot C_C^2}{K} \right) \quad (5.138)$$

ii. Kecepatan Massa N₂O masuk – kecepatan massa N₂O keluar + N₂O

terbentuk = Akumulasi (karena *steady state* maka akumulasi = 0)

$$F_A|_z - F_A|_{z+\Delta z} - \frac{\pi}{4} D^2 \cdot \Delta z \cdot \rho_B \cdot \bar{r}_A = 0 \quad (5.143)$$

$$\frac{F_A|_{z+\Delta z} - F_A|_z}{\Delta z} = -\frac{\pi}{4} D^2 \cdot \rho_B \cdot \bar{r}_A \quad (5.144)$$

iii. Jika diambil $\Delta z \rightarrow 0$, diperoleh :

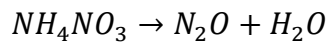
$$\frac{dF_A}{dz} = -\frac{\pi}{4} D^2 \cdot \rho_B \cdot r_A \quad (5.145)$$

$$\frac{dF_A}{dz} = -\frac{\pi}{4} D^2 \cdot \rho_B \cdot a \cdot k \left(C_A - \frac{C_B \cdot C_C}{K} \right) \quad (5.146)$$

iv. Kinetika Reaksi

$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{R \cdot T}\right) \quad (5.139)$$

v. Stoiikiometri



Dengan konversi sebesar 98% maka,

	NH4NO3		N2O	+	2H2O
Konversi	A		B		C
X=0	0,98 Fao				
X=X	Fao (1-X)		FaoX		2 FaoX

Sehingga,

$$F_A = F_{ao}(1 - X) \quad (5.147)$$

$$dF_A = -F_o dx \quad (5.148)$$

Dengan menggunakan persamaan gas ideal dan Hukum Dalton, didapatkan persamaan C_A sebagai berikut:

$$C_A = y_A x \frac{P}{RT} \quad (5.151)$$

$$C_A = \frac{F_{ao}(1-X)}{F_{ao}(1+1.96x)} x \frac{P}{RT} \quad (5.152)$$

$$C_A = \frac{(1-X)}{(1+2x)} x \frac{P}{RT} \quad (5.153)$$

Menggunakan cara yang sama diperoleh persamaan:

$$C_B = \frac{X}{(1+2x)} x \frac{P}{RT} \quad (5.154)$$

$$C_C = \frac{2X}{(1+2x)} x \frac{P}{RT} \quad (5.155)$$

Substitusi persamaan (5.148), (5.153), (5.154), (5.155) ke dalam persamaan (5.146) dan didapatkan persamaan baru sebagai berikut:

$$\frac{dx}{dz} = \frac{\mu \cdot D^2 \cdot \rho_B \cdot P \cdot k}{4 \cdot F_0 \cdot R \cdot T} \left(\frac{(1-x)}{(1+2x)} - \frac{3,24}{K} \cdot \left(\frac{x}{(1+2x)} \right)^3 \cdot \left(\frac{P}{RT} \right)^2 \right) \quad (5.156)$$

Kemudian pada buku ““Pemodelan Matematis” (Sediawan W.B. dan Prasetya A.,1997), didapatkan persamaan untuk suhu sebagai berikut:

$$\frac{dT}{dz} = \frac{F_0 \cdot (-\Delta H_R) \cdot \frac{dx}{dz} - \pi \cdot D \cdot U_d (T - T_C)}{(F_0 \cdot (1-x) \cdot Cp_A + F_0 \cdot Cp_B + 2F_0 \cdot Cp_C)} \quad (5.167)$$

$$\frac{dT_C}{dz} = \frac{\pi \cdot D \cdot U_d}{m \cdot Cp_m} (T - T_C) \quad (5.179)$$

e. Persamaan Pendukung

- i. Variabel perancangan pada perhitungan reaktor ini menggunakan besaran sebagai berikut:
 1. Suhu (°C)
 2. Tekanan (atm)
 3. Tinggi (m)
- ii. Ukuran pipa pada reaktor ini dipilih berdasarkan Rase, H. F., “Chemical Reactor Design For Process Plants” (1977) dengan besar pipa berkisar antara 1 inch sampai 2 inch atau apabila dikonversikan ke meter menjadi 0.0254 meter sampai 0.0508 meter.
- iii. Jumlah Pipa yang diperlukan berdasarkan persamaan bilangan Reynold yang digunakan sebagai berikut:

$$Rep = \frac{Id \times Gp}{\mu}$$

Dengan :

Rep = Bilangan Reynold
Id = Diameter dalam pipa (m)
Gp = Flux massa aliran dalam pipa (kg/m²s)

Dimana, flux massa didapatkan dengan persamaan:

$$Gp = \frac{fmasst}{npipa \times ap}$$

Dengan :

ap = Luas aliran dalam pipa (m)
fmasst = kecepatan massa total (kg/s)
npipa = jumlah pipa

Masukkan persamaan flux massa ke dalam persamaan bilangan Reynolds diatas dan didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$npipa = \frac{Id \times fmasst}{Rep \times ap \times \mu}$$

iv. Koefisien Perpindahan Kalor Gabungan

Dihitung berdasarkan persamaan korelasi :

$$Rd = \frac{1}{Ud} - \frac{1}{Uc}$$

Dengan :

Rd = resistensi thermal terhadap pengotor (m².s.K/kJ)

Uc = koefisien perpindahan kalor gabungan bersih (m².s.K/kJ)

Ud = Koefisien perpindahan kalor gabungan design (m².s.K/kJ)

Persamaan Rd disusun Kembali menjadi :

$$Ud = \frac{Uc}{Rd \times Uc + 1}$$

Perancangan reaktor diselesaikan dengan menggunakan metode runge kutta berdasarkan persamaan diatas dibantu dengan *ms.excel* dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Z, m	Xa	Tc, K	Tg,K	dX / dZ	dT/dZ, K
0	0,00%	483,15	483,77	3,17E-01	454,9101438
0,1	0,001%	483,15	483,82	3,06E-01	452,2585559
0,2	0,001%	483,15	483,88	2,96E-01	449,6402764
0,3	0,031%	483,15	483,94	2,85E-01	447,0513279
0,4	0,035%	483,15	483,99	2,76E-01	444,4879309
0,5	0,050%	483,15	484,05	2,66E-01	441,9464862
0,6	0,052%	483,15	484,10	2,57E-01	439,4235596
0,7	0,064%	483,15	484,16	2,49E-01	436,9158675
0,8	0,088%	483,15	484,21	2,40E-01	434,4202639
0,9	3,172%	483,15	484,27	2,32E-01	431,9337294
1	0,185%	483,15	484,32	2,25E-01	429,4533601
1,1	0,293%	483,15	484,37	2,17E-01	426,9763587
1,2	0,296%	483,15	484,43	2,10E-01	424,5000254
1,3	0,398%	483,15	484,48	2,03E-01	422,0217504
1,4	0,556%	483,15	484,54	1,97E-01	419,5390069
1,5	0,570%	483,15	484,59	1,90E-01	417,0493441
1,6	0,583%	483,15	484,64	1,84E-01	414,5503821
1,7	0,615%	483,15	484,70	1,78E-01	412,0398062
1,8	0,751%	483,15	484,75	1,72E-01	409,5153621
1,9	7,815%	483,15	484,81	1,67E-01	406,9748516
2	15,21%	483,15	484,87	1,62E-01	404,4161286
2,1	18,51%	483,15	484,92	1,56E-01	401,8370955
2,2	19,11%	483,15	484,98	1,51E-01	399,2357004
2,3	29,31%	483,15	485,04	1,47E-01	396,6099335
2,4	29,61%	483,15	485,09	1,42E-01	393,957825
2,5	39,81%	483,15	485,15	1,38E-01	391,277443
2,6	41,51%	483,15	489,62	1,33E-01	388,5668907
2,7	43,29%	483,15	489,81	1,29E-01	385,8243054
2,8	45,01%	483,15	490,00	1,25E-01	383,0478564
2,9	46,68%	483,15	490,19	1,21E-01	380,2357442
3	48,30%	483,15	490,39	1,17E-01	377,3861988
3,1	49,86%	483,15	490,58	1,14E-01	374,4974791
3,2	51,38%	483,15	490,78	1,10E-01	371,5678723
3,3	52,84%	483,15	490,99	1,07E-01	368,5956928
3,4	54,26%	483,15	491,19	1,04E-01	365,5792825
3,5	55,64%	483,15	491,40	1,00E-01	362,5170101
3,6	56,97%	483,15	491,62	9,73E-02	359,4072712
3,7	58,26%	483,15	491,83	9,43E-02	356,2484884

3,8	59,51%	483,15	492,05	9,15E-02	353,0391115
3,9	60,73%	483,15	492,27	8,87E-02	349,7776179
4	61,90%	483,15	492,50	8,60E-02	346,4625131
4,1	63,04%	483,15	492,73	8,34E-02	343,0923315
4,2	64,14%	483,15	492,97	8,08E-02	339,6656368
4,3	65,21%	483,15	493,20	7,84E-02	336,1810232
4,4	66,25%	483,15	493,45	7,60E-02	332,6371167
4,5	67,25%	483,15	493,69	7,37E-02	329,0325754
4,6	68,22%	483,15	493,94	7,15E-02	325,3660916
4,7	69,17%	483,15	494,20	6,93E-02	321,6363926
4,8	70,08%	483,15	494,46	6,73E-02	317,8422425
4,9	70,97%	483,15	494,72	6,52E-02	313,9824436
5	71,83%	483,15	494,99	6,33E-02	310,0558379
5,1	72,66%	483,15	495,26	6,14E-02	306,0613092
5,2	73,47%	483,15	495,54	5,95E-02	301,9977845
5,3	74,25%	483,15	495,83	5,78E-02	297,8642363
5,4	75,01%	483,15	496,11	5,60E-02	293,6596842
5,5	75,75%	483,15	496,41	5,44E-02	289,3831973
5,6	76,47%	483,15	496,70	5,27E-02	285,0338959
5,7	77,16%	483,15	497,01	5,12E-02	280,6109541
5,8	77,83%	483,15	497,31	4,96E-02	276,1136014
5,9	78,48%	483,15	497,63	4,82E-02	271,5411255
6	79,12%	483,15	497,94	4,67E-02	266,8928743
6,1	79,73%	483,15	498,27	4,54E-02	262,1682583
6,2	80,33%	483,15	498,60	4,40E-02	257,3667526
6,3	80,90%	483,15	498,93	4,27E-02	252,4878996
6,4	81,46%	483,15	499,27	4,14E-02	247,5313111
6,5	82,01%	483,15	499,61	4,02E-02	242,4966705
6,6	82,53%	483,15	499,96	3,90E-02	237,3837353
6,7	83,05%	483,15	500,32	3,79E-02	232,192339
6,8	83,54%	483,15	500,68	3,68E-02	226,9223938
6,9	84,02%	483,15	501,04	3,57E-02	221,5738922
7	84,49%	483,15	501,42	3,46E-02	216,1469091
7,1	84,95%	483,15	501,79	3,36E-02	210,6416044
7,2	85,39%	483,15	502,17	3,26E-02	205,0582239
7,3	89,13%	483,15	502,56	3,17E-02	199,3971022
7,4	89,45%	483,15	502,95	3,07E-02	193,6586632
7,5	89,75%	483,15	503,35	2,98E-02	187,8434228
7,6	90,05%	483,15	503,76	2,89E-02	181,9519895
7,7	90,34%	483,15	504,16	2,81E-02	175,985066
7,8	90,62%	483,15	504,58	2,73E-02	169,9434501
7,9	90,90%	483,15	505,00	2,65E-02	163,8280361
8	91,16%	483,15	505,42	2,57E-02	157,639815
8,1	91,42%	483,15	505,85	2,49E-02	151,3798754

8,2	91,67%	483,15	506,28	2,42E-02	145,0494036
8,3	91,91%	483,15	506,72	2,35E-02	138,6496843
8,4	92,14%	483,15	507,16	2,28E-02	132,1820999
8,5	92,37%	483,15	507,61	2,21E-02	125,6481304
8,6	92,59%	483,15	508,06	2,15E-02	119,0493531
8,7	92,81%	483,15	508,51	2,09E-02	112,3874416
8,8	93,02%	483,15	508,97	2,03E-02	105,664165
8,9	93,22%	483,15	509,44	1,97E-02	98,88138631
9	93,42%	483,15	509,91	1,91E-02	92,04106122
9,1	93,61%	483,15	510,38	1,85E-02	85,14523621
9,2	93,79%	483,15	510,85	1,80E-02	78,19604659
9,3	93,97%	483,15	511,33	1,75E-02	71,19571413
9,4	94,15%	483,15	511,81	1,70E-02	64,14654459
9,5	94,32%	483,15	512,30	1,65E-02	57,05092492
9,6	94,48%	483,15	512,79	1,60E-02	49,91132021
9,7	94,64%	483,15	513,28	1,55E-02	42,7302704
9,8	94,80%	483,15	513,77	1,51E-02	35,51038682
9,9	94,95%	483,15	514,27	1,46E-02	28,25434838
10	95,09%	483,15	514,77	1,42E-02	20,96489767
10,1	95,24%	483,15	515,27	1,38E-02	13,64483678
10,2	95,37%	483,15	515,77	1,34E-02	6,297022892
10,3	95,51%	483,15	516,28	1,30E-02	1,075636186
10,4	95,64%	483,15	516,78	1,26E-02	8,470186798
10,5	95,76%	483,15	517,29	1,23E-02	15,88363428
10,6	95,89%	483,15	517,80	1,19E-02	23,31294796
10,7	96,01%	483,15	518,31	1,16E-02	30,75506631
10,8	96,12%	483,15	518,82	1,12E-02	38,20690216
10,9	96,23%	483,15	519,33	1,09E-02	45,66534802
11	96,34%	483,15	519,84	1,06E-02	53,12728145
11,1	96,45%	483,15	520,35	1,03E-02	60,58957051
11,2	96,55%	483,15	520,86	9,97E-03	68,04907924
11,3	96,65%	483,15	521,37	9,69E-03	75,50267306
11,4	96,75%	483,15	521,88	9,40E-03	82,94722433
11,5	96,84%	483,15	522,39	9,13E-03	90,37961767
11,6	96,93%	483,15	522,89	8,87E-03	97,79675543
11,7	97,02%	483,15	523,40	8,61E-03	105,195563
11,8	97,11%	483,15	523,90	8,36E-03	112,5729938
11,9	97,19%	483,15	524,41	8,12E-03	119,9260349
12	97,27%	483,15	524,91	7,88E-03	127,2517114
12,1	97,35%	483,15	525,41	7,65E-03	134,5470918
12,2	97,43%	483,15	525,90	7,43E-03	141,8092925
12,3	97,50%	483,15	526,40	7,22E-03	149,035482
12,4	97,57%	483,15	526,89	7,01E-03	156,222886
12,5	97,64%	483,15	527,38	6,81E-03	163,3687907

12,6	97,71%	483,15	527,87	6,61E-03	170,4705472
12,7	97,78%	483,15	528,35	6,42E-03	177,5255755
12,8	97,84%	483,15	528,83	6,23E-03	184,531367
12,9	97,91%	483,15	529,30	6,05E-03	191,4854889
13	97,97%	483,15	529,78	5,88E-03	198,3855863
13,1	98,02%	483,15	530,24	5,71E-03	205,2293854

Sehingga dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa:

- Panjang reaktor adalah = 13.1 meter
- Dengan diameter dalam pipa (ID) adalah 0.0506 meter (diameter standar RAP, Rase, H. F., "Chemical Reaktor Design For Process Plants" (1977)
- Diamater luar pipa (OD) adalah 0.0762 meter
- Diameter selongsong (IDS) adalah 12.2 meter

Perhitungan Pelengkap

- Menentukan Volume Total Reaktor

$$volume\ reaktor = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot z$$

$$volume\ reaktor = 0,785 \times 13,1^2 \times 12,2$$

$$volume\ total = 1644.34\ m^3$$

- Menentukan Tebal Dinding Selongsong

$$ts = \frac{P_{gauge} \cdot Ids}{4 \cdot f \cdot \epsilon + P_{gauge}} + C'$$

Dengan hubungan :

ts = tebal dinding selongsong (m)

P_{gauge} = tekanan perancangan (Pa) = 354637,5 Pa

Ids = diameter selongsong (m) = 13,1 m

C' = Faktor korosi = 0,00318 m

f_{all} = allowable stress (Pa) = 88917857,14 Pa

ε = efisiensi sambungan = 90%

$$ts = \frac{354637,5 Pa \times 13,1 m}{4 \times 88917857,14 Pa \times 90\% + 354637,5 Pa} + 0,00318 m$$

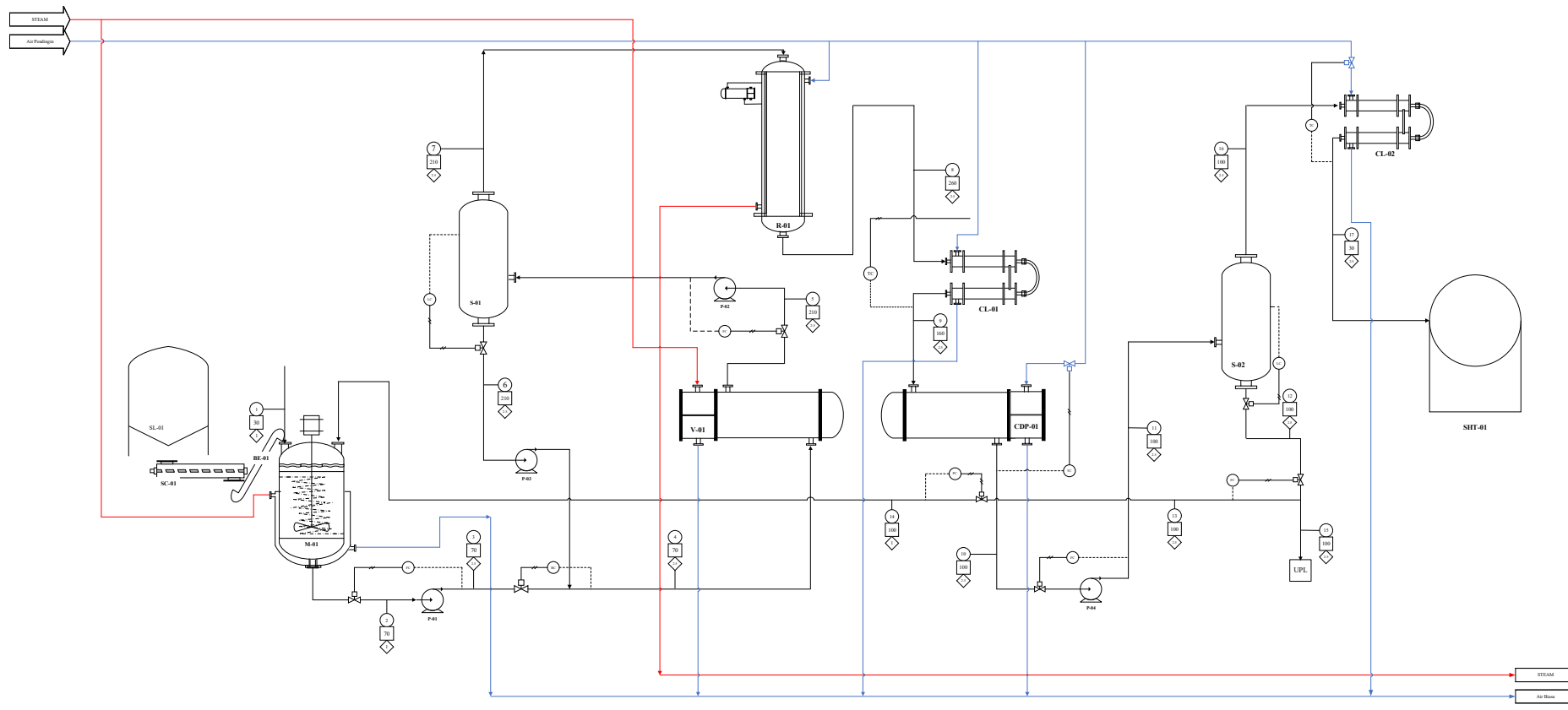
$$ts = 0.017677 \text{ meter}$$

Sehingga dipakai ts standar = 1 1/16 in

LAMPIRAN B


PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)

PRA-RANCANGAN PABRIK DINITROGEN OKSIDA DARI AMMONIUM NITRAT DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN



Komposisi	Nomor Arus (Kg/ Jam)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
NH ₄ NO ₃	2324,063	2339,663	2339,663	2807,596	2807,596	467,933	2339,663	46,793	46,793	46,793	46,793	46,793	15,600	15,600	31,193	0	0
H ₂ O	0	515,896	515,896	619,075	619,075	103,179	515,896	1547,687	1547,687	1547,687	1547,687	1546,139	515,896	515,896	1030,243	1,548	1,548
N ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	1261,078	1261,078	1261,078	1261,078	0	0	0	0	1261,078	1261,078
Total	2324,063	2855,559	2855,559	3426,670	3426,670	571,112	2855,559	2855,559	2855,559	2855,559	2855,559	1592,933	531,496	531,496	1061,437	1262,626	1262,626

Keterangan Instrumen		Keterangan Alat	
FC	Flow Control	CL	Cooler
LC	Level Control	SL	Silo
TC	Temperature Control	R	Reactor
PC	Pressure Control	CDP	Condenser Partial
		SHT	Spherical Tank
		P	Pump
		V	Valve
		M	Mixer



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023

PRA-RANCANGAN PABRIK DINITROGEN OKSIDA
DARI AMMONIUM NITRAT DENGAN KAPASITAS
10.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :

Iham Kemal Pasha (19521223)
Firas Anshof Hadidibrat (19521225)

DISEN PEMBIHING :

Dr. Ihsan, S.T., M.Sc.

LAMPIRAN C

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

PRARANCANGAN PABRIK

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Ilham Kemal Pasha
No. MHS : 19521222
2. Nama Mahasiswa : Firas Aushaf Hadiningrat
No. MHS : 19521225
- Judul Prarancangan *) : PRARANCANGAN PABRIK DINITROGEN
OKSIDA DARI AMMONIUM NITRAT
DENGAN KAPASITAS 10.000
TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : 10 Oktober 2022
- Batas Akhir Bimbingan : 8 April 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12 Oktober 2022	Pemilihan Judul TA	
2	25 Oktober 2022	Penentuan Kapasitas Pabrik	
3	9 November 2022	Pemilihan Proses dan Spesifikasi Bahan dan Produk	
4	5 April 2023	Pemilihan Diagram Alir Kualitatif	
5	8 April 2023	Perhitungan Neraca Massa	
6			
7			
8			
9			
10			

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 8 April 2023
Pembimbing,

Dr. Diana, S.T., M.Sc.

***) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Ilham Kemal Pasha
 No. MHS : 19521222
2. Nama Mahasiswa : Firas Aushaf Hadiningrat
 No. MHS : 19521225
- Judul Prarancangan *) : PRARANCANGAN PABRIK DINITROGEN
 OKSIDA DARI AMMONIUM NITRAT
 DENGAN KAPASITAS 10.000
 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : 9 April 2023
 Batas Akhir Bimbingan : 6 Oktober 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12 Oktober 2022	Pemilihan Judul TA	
2	25 Oktober 2022	Penentuan Kapasitas Pabrik	
3	9 November 2022	Pemilihan Proses dan Spesifikasi Bahan dan Produk	
4	5 April 2023	Pemilihan Diagram Alir Kualitatif	
5	8 April 2023	Perhitungan Neraca Massa	
6	30 Agustus 2023	Perancangan Reactor dan Alat Pemisah	
7	8 September 2023	Pembuatan PEFD	
8	16 September 2023	Perancangan Alat Penyimpanan dan Transportasi	
9	22 September 2023	Perancangan Alat Penukar Panas	
10			

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 6 Oktober 2023
_ Pembimbing,

Dr. Diana, S.T., M.Sc.

***) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama Mahasiswa : Ilham Kemal Pasha
 No. MHS : 19521222

2. Nama Mahasiswa : Firas Aushaf Hadiningrat
 No. MHS : 19521225

Judul Prarancangan *) : PRA RANCANGAN PABRIK DINITROGEN
 OKSIDA DARI AMMONIUM NITRAT
 DENGAN KAPASITAS 10.000
 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 6 Oktober 2023
 Batas Akhir Bimbingan : 7 April 2024

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12 Oktober 2022	Pemilihan Judul TA	
2	25 Oktober 2022	Penentuan Kapasitas Pabrik	
3	9 November 2022	Pemilihan Proses dan Spesifikasi Bahan dan Produk	
4	5 April 2023	Pemilihan Diagram Alir Kualitatif	
5	8 April 2023	Perhitungan Neraca Massa	
6	30 Agustus 2023	Perancangan Reactor dan Alat Pemisah	
7	8 September 2023	Pembuatan PEFD	
8	16 September 2023	Perancangan Alat Penyimpanan dan Transportasi	
9	22 September 2023	Perancangan Alat Penukar Panas	
10	3 Oktober 2023	Perancangan Utilitas & Perancangan Evaluasi Ekonomi	
11	30 Oktober 2023	Revisi Reaktor	
12	2 November 2023	Naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 7 November 2023

_ Pembimbing,

Dr. Diana, S.T., M.Sc.

*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy