

**PRA RANCANGAN PABRIK
UREA DARI AMMONIA DAN KARBON DIOKSIDA
DENGAN PROSES MITSUI TOATSU RECYCLE
KAPASITAS 220.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh:

Nama : Elita Pramarta Bruiliant
NIM : 17521103

Nama : Aulia Dian Anggraeni
NIM : 17521106

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

2022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

**PRA RANCANGAN PABRIK
UREA DARI AMMONIA DAN KARBONDIOKSIDA DENGAN PROSES *MITSUI
TOATSU RECYCLE*
KAPASITAS 220.000 TON/TAHUN**

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Elita Pramarta Brulliant Nama : Aulia Dian Anggraeni
NIM : 17521103 NIM : 17521106

Yogyakarta, 26 Maret 2022

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 kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Elita Pramarta Brulliant



Aulia Dian Anggraeni

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK UREA DARI AMMONIA DAN KARBONDIOKSIDA DENGAN KAPASITAS 220.000 TON/TAHUN



Oleh:

Nama : Elita Pramarta Bruiliant
NIM : 17521103

Nama : Aulia Dian Anggraeni
NIM : 17521106

Yogyakarta, Maret 2022

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK UREA DARI AMMONIA DAN KARBONDIOKSIDA DENGAN PROSES MITSUI TOATSU RECYCLE KAPASITAS 220.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Elita Pramarta Bruiliant Nama : Aulia Dian Anggraeni
NIM : 17521103 NIM : 17521106

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

Yogyakarta, 2022

Tim Penguji,

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

Ketua

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

Anggota I

Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng.

Anggota II



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

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

Tugas Akhir Prarancangan Pabrik yang berjudul “PRARANCANGAN PABRIK UREA DARI AMMONIA DAN KARBONDIOKSIDA DENGAN METODE MITSUI TOATSU RECYCLE KAPASITAS 220.000 TON/TAHUN”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan karunia-Nya serta dengan ridho-Nya.
2. Kedua Orang Tua penyusun yang selalu memberikan dukungan materil dan non materil kepada penyusun, yang selalu menerima pengaduan dan keluh kesah penyusun, serta yang selalu memberikan doa yang tak pernah terputus.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Seluruh teman-teman Teknik Kimia 2017 yang selalu membantu, memberikan dukungan, semangat serta doa untuk kami.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tinjauan Pustaka	2
1.2.1 Ammonia	2
1.2.2 Karbon Dioksida.....	3
1.2.3 Urea.....	3
1.2.4 Proses Pembuatan Urea	4
1.2.5 Pemilihan Proses.....	8
1.2.6 Prinsip Pembuatan Urea.....	9
1.3 Kapasitas Produksi	10
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	17
2.1 Spesifikasi Produk dann Bahan Baku.....	17
2.2 Pengendalian Kualitas	17

2.2.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	18
2.2.2	Pengendalian Kualitas Proses	18
2.2.3	Pengendalian Kualitas Produk.....	20
BAB III	PERANCANGAN PROSES	21
3.1	Uraian Proses	21
3.1.1	Tahap Persiapan Bahan Baku	21
3.1.2	Tahap Sintesa Urea	21
3.1.3	Tahap Dekomposisi.....	22
3.1.4	Tahap Recovery	23
3.1.5	Tahap Pemurnian.....	23
3.2	Spesifikasi Alat	24
3.2.1	Alat Besar.....	24
3.2.2	Alat Kecil.....	27
3.3	Perencanaan Produksi.....	35
3.3.1	Kapasitas Perancangan.....	35
3.3.2	Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses	35
BAB IV	PERANCANGAN PABRIK	38
4.1	Lokasi Pabrik	38
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	39
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	41
4.2	Tata Letak Pabrik	41
4.2.1	Aliran Bahan Baku Produk	44
4.2.2	Aliran Udara.....	44

4.2.3	Pencahayaan.....	45
4.2.4	Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan	45
4.2.5	Pertimbangan Ekonomi.....	45
4.2.6	Jarak Antar Alat Proses	45
4.3	Neraca Massa dan Neraca Panas.....	46
4.3.1	Neraca Massa Total	46
4.3.2	Neraca Massa per Alat	47
4.3.3	Neraca Panas	48
4.4	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	53
4.5	Organisasi Perusahaan	74
4.5.1	Bentuk Perusahaan	74
4.5.2	Struktur Organisasi Perusahaan	77
4.5.3	Sistem Penggajian Karyawan.....	88
4.5.4	Kesejahteraan Karyawan	91
4.6	Evaluasi Ekonomi	93
4.6.1	Penaksiran Harga Alat.....	95
4.6.2	Analisa Kelayakan.....	97
4.7	Dasar Perhitungan	98
4.8	Perhitungan Biaya.....	99
4.8.1	<i>Capital Investment</i>	99
4.8.2	<i>Manufacturing Cost</i>	100
4.8.3	<i>General Expense</i>	102
4.10	Analisa Kelayakan	103

4.9.1 <i>Percent Return on Investment (ROI)</i>	103
4.9.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	104
4.9.3 <i>Break Even Point (BEP)</i>	104
4.9.4 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	105
4.9.5 <i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)</i>	105
4.9.6 <i>Analisis Keuntungan</i>	107
BAB V PENUTUP	108
5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN A	113
LAMPIRAN B	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Produksi Urea dari tahun 2015 s.d 2020	11
Gambar 1.2 Konsumsi Urea dari Tahun 2015 s.d 2020.....	12
Gambar 1.3 Impor Urea dari tahun 2017 s.d 2020.....	13
Gambar 1.4 Ekspor Urea dari tahun 2017 s.d 2020	14
Gambar 4.1 Lokasi Pabrik.....	38
Gambar 4.2 Layout Pabrik	43
Gambar 4.3 Layout Alat.....	44
Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif	51
Gambar 4.5 Diagram Alir Kualitatif	52
Gambar 4.6 Struktur Organisasi Perusahaan	77
Gambar 4.7 Grafik Analisa Ekonomi.....	107

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Proses	8
Tabel 1.2 Produksi Urea.....	10
Tabel 1.3 Konsumsi Urea dari Tahun 2015-2020.....	11
Tabel 1.4 Impor Urea dari tahun 2012-2020.....	12
Tabel 1.5 Ekspor Urea dari tahun 2012-2020	14
Tabel 1.6 Kapasitas Produksi Urea di Pabrik Indonesia	15
Tabel 2.1 Sifat Fisis Produk dan Bahan Baku	17
Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor (R-01).....	24
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Menara Distilasi (MD-01)	25
Tabel 3.3 Spesifikasi Alat Absorber (AB-01).....	26
Tabel 3.4 Spesifikasi Alat <i>Prilling Tower</i> (PT-01).....	27
Tabel 3.5 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Ammonia	27
Tabel 3.6 Spesifikasi Tangki Penyimpanan CO ₂	28
Tabel 3.7 Spesifikasi Alat EV-01.....	28
Tabel 3.8 Spesifikasi Alat COM-01	29
Tabel 3.9 Spesifikasi Alat CD-01	29
Tabel 3.10 Spesifikasi Alat AC-01	30
Tabel 3.11 Spesifikasi Alat RE-01	30
Tabel 3.12 Spesifikasi Alat BL-01	31
Tabel 3.13 Spesifikasi Alat BC-01	31
Tabel 3.14 Spesifikasi Alat Pompa	32
Tabel 3.15 Spesifikasi Alat Heat Exchanger	33
Tabel 4.1 Neraca Massa Total.....	46
Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	47
Tabel 4.3 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)	47
Tabel 4.4 Neraca Massa Absorber (AB-01).....	47
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Prilling Tower</i> (PT-01).....	48

Tabel 4.6 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	48
Tabel 4.7 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01).....	48
Tabel 4.8 Neraca Panas Absorber (AB-01).....	49
Tabel 4.9 Neraca Panas <i>Prilling Tower</i> (PT-01).....	49
Tabel 4.10 Neraca Panas HE-01	49
Tabel 4.11 Neraca Panas HE-02	50
Tabel 4.12 Neraca Panas HE-03	50
Tabel 4.13 Neraca Panas HE-04	50
Tabel 4.14 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	60
Tabel 4.15 Kebutuhan Air untuk Proses	60
Tabel 4.16 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses	61
Tabel 4.17 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	62
Tabel 4.18 Spesifikasi Alat Pompa Utilitas	64
Tabel 4.19 Pembagian Kerja menurut Shift.....	87
Tabel 4.20 Gaji Karyawan	90
Tabel 4.21 Harga Index.....	95
Tabel 4.22 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	99
Tabel 4.23 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	99
Tabel 4.24 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	100
Tabel 4.25 <i>Working Capital Investment (WCI)</i>	100
Tabel 4.26 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	101
Tabel 4.27 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	101
Tabel 4.28 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	102
Tabel 4.29 <i>Manufacturing Cost</i>	102
Tabel 4.30 <i>General Expense</i>	102
Tabel 4.31 <i>Total Production Cost</i>	103

ABSTRAK

Pabrik Urea yang diproduksi menggunakan bahan baku ammonia dan karbon dioksida dirancang dengan menggunakan proses *Mitsui Toatsu Recycle* yang akan berdiri dengan kapasitas 220.000 ton/tahun dengan menggunakan bahan baku Ammonia sebanyak 55.018,897 ton/tahun dan Karbondioksida sebanyak 152.618,336 ton/tahun. Pabrik urea direncanakan didirikan di daerah Sulawesi Tengah, di atas tanah seluas 82335 m². Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun. Proses dilakukan dengan menggunakan reactor *Continuous Stirring Reactor Tank* (Reaktor RATB) dengan kondisi operasi 200°C dengan tekanan 25 atm dengan 2 reaksi utama dan 1 reaksi samping, dimana reaksi 1 berlangsung secara Eksotermis dan reaksi 2 berlangsung secara Endotermis dengan konversi yang digunakan sesuai dengan ketentuan proses yang dipakai yaitu sebesar 75%. Proses dekomposisi yang terjadi di Menara Distilasi adalah proses mendekomposisikan Ammonium Karbamat menjadi NH₃ dan CO₂ dengan kondisi operasi sesuai dengan jurnal yang ada yaitu dengan tekanan 20 atm dimana produk distilat dialirkan menuju ke Absorber dan produk bawah dialirkan menuju *Prilling Tower* untuk proses pembutiran urea dengan cara penyemprotan udara panas ke dalam *Prilling Tower*. Di dalam Absorber terjadi proses pembentukan kembali Ammonium Karbamat dari proses reaksi NH₃ dan CO₂ dimana kondisi operasi dalam Absorber yaitu dengan suhu 40°C dengan tekanan 30 atm. Dalam menunjang proses produksinya, diperlukan air untuk proses utilitas sebanyak 731.590 kg/jam dan 301.981,567 kW listrik yang disediakan oleh PLN. Berdasarkan analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 38,14% dan setelah pajak 30,51%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,3 tahun dan setelah 2,5 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 49,45% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 36,20%. *Discounted Cash Flow Rate* (DCF) terhitung sebesar 9,85%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

Kata-kata kunci: Ammonia, Karbondioksida, Urea, Mitsui Toatsu Recycle

ABSTRACT

Urea plant produced using ammonia and carbon dioxide raw materials is designed using the *Mitsui Toatsu Recycle* process which will stand with a capacity of 220,000 tons/year using *Ammonia* raw materials as much as 55.018,897 tons/year and *Carbondioxide* as much as 152.618,336 tons/year. A plant is planned to be established in the Central Sulawesi area, on an area of 82.335 m². The plant operates for 330 days in 1 year. The process is carried out using the Continuous Stirring Reactor Tank (RATB Reactor). Reactor with operating conditions of 200°C with a pressure of 25 atm with 2 main reactions and 1 side reaction, where reaction 1 takes place exothermically and reaction 2 takes place endothermically with the conversion used in accordance with the provisions of the process used which is 75%. The decomposition process that occurs in the Distillation Tower is the process of deconstructing *Ammonium Carbamate* into NH_3 and CO_2 with operating conditions in accordance with the journal there is with pressure of 20 atm where distilled produced are flowed to absorber and the bottom product flowed to Prilling Tower. In the Absorber there is a process of reshaping *Ammonium Carbamate* from the NH_3 and CO_2 reaction processes where the operating conditions in the Absorber are at a temperature of 40°C with pressure 30 atm. In supporting the production process, water is needed for the utility process as much as 731,590 kg/hour and 301.981,567 kW of electricity provided by PLN. Based on economic analysis of this plant shows a *Percent Return on Investment (ROI)* before tax of 38,14% and after tax of 30,51%. *Pay Out Time (POT)* before tax for 2,3 years and after tax 2,5 years. *Break Even Point (BEP)* by 49,45% and *Shut Down Point (SDP)* by 36,20%. *Discounted Cash Flow Rate (DCF)* is 9,85%. From the feasibility analysis data above it is concluded that this plant is profitable and worth establishing.

Key Words: Ammonia, Carbondioxide, Urea, Mitsui Toatsu Recycle

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, Indonesia sebagai negara berkembang sedang giat melakukan peningkatan di segala sektor, terutama pada sektor industri untuk dapat melakukan persaingan dengan negara-negara lainnya. Selain itu, Indonesia juga sedang giatnya melakukan kegiatan ekspor guna untuk meningkatkan devisa bagi negara. Dengan pendirian pabrik di Indonesia, maka produk yang dihasilkan dapat diekspor ke negara-negara luar untuk membantu meningkatkan devisa bagi negara. Selain itu, pendirian pabrik juga dapat mengurangi tingkat pengangguran dan kemiskinan dengan adanya lapangan pekerjaan baru. Salah satu industri yang mempunyai data konsumsi cukup besar di dunia adalah industri pupuk urea.

Indonesia merupakan negara agraris dimana mayoritas penduduknya merupakan petani yang bekerja pada sektor pertanian dengan berkembangnya sektor pertanian, perkebunan, dan tanaman pangan serta sektor industri lain menyebabkan kebutuhan produk pupuk urea meningkat. Oleh sebab itu, kebutuhan pupuk urea sebagai faktor penunjang sangat diperlukan.

Pupuk adalah material yang ditambahkan pada media tanam atau tanaman untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu berproduksi dengan baik. Material pupuk dapat berupa bahan organik ataupun non-organik (mineral). Pupuk berbeda dari suplemen. Pupuk mengandung bahan baku yang diperlukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman,

sementara suplemen seperti hormon tumbuhan membantu kelancaran proses metabolisme. Meskipun demikian, ke dalam pupuk, khususnya pupuk buatan, dapat ditambahkan sejumlah material suplemen. (wikipedia).

Selain sebagai pupuk, urea juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk lain seperti urea ammonium sulfat, urea fosfat, asam karbiturit, kafein, etil urea, hidrazin, melamin, asam sulfat, dan urea formaldehid.

Urea dihasilkan dari reaksi antara amonia dan karbondioksida. Urea juga mempunyai nilai jual yang tidak sedikit jika diekspor ke luar negeri. Bahan baku urea merupakan hasil dari pengolahan gas alam yang ketersediannya melimpah di Indonesia. Pendirian pabrik urea di Indonesia akan menguntungkan karena bahan baku akan lebih murah.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Ammonia

Ammonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH_3 yang merupakan salah satu indikator pencemaran udara pada bentuk kebauan. Gas ammonia adalah gas yang tidak berwarna dengan bau menyengat, biasanya ammonia berasal dari aktifitas mikroba, industri ammonia, pengolahan limbah dan pengolahan batu bara. Ammonia di atmosfer akan bereaksi dengan nitrat dan sulfat sehingga terbentuk garam ammonium yang sangat korosif (Yuwono, 2010).

Ammonia (NH_3) dan garam-garamnya merupakan senyawa yang bersifat mudah larut dalam air. Ion ammonium merupakan transisi dari ammonia, selain terdapat dalam bentuk gas ammonia juga dapat

berbentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Ammonia banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia, serta industri bubur dan kertas (Effendi, 2003).

1.2.2 Karbon Dioksida

Senyawa ini ada secara alami di lingkungan bumi dan diproduksi dalam berbagai cara, sedangkan CO₂ komersial biasanya berasal dari produk samping industri. Senyawa ini terdiri dari dua molekul oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah molekul karbon. Gas ini dihasilkan melalui dekomposisi bahan organik serta melalui respirasi dan pembakaran. Pada suhu kamar, karbon dioksida tidak berbau, tidak berwarna dan tidak dapat terbakar. Gas ini juga bisa direkayasa menjadi padat, dan dalam hal ini dikenal sebagai es kering. Pada konsentrasi tinggi, karbon dioksida bersifat racun pada hewan dan manusia. (Efendi, 2003)

1.2.3 Urea

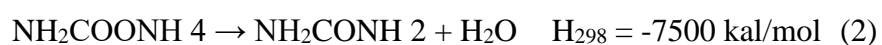
Pupuk urea adalah pupuk yang mengandung nitrogen (N) berkadar tinggi sebesar 45% - 56% (Fajrin, 2016). Unsur Nitrogen merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman. Unsur nitrogen di dalam pupuk urea sangat bermanfaat bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Manfaat lainnya antara lain pupuk urea membuat daun tanaman lebih hijau, rimbun, dan segar. Nitrogen juga membantu tanaman sehingga mempunyai banyak zat hijau daun (klorofil). Dengan adanya zat hijau daun yang berlimpah, tanaman akan lebih mudah

melakukan fotosintesis, pupuk urea juga mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan lain-lain). Serta, pupuk urea juga mampu menambah kandungan protein di dalam tanaman.

Pupuk ini termasuk salah satu jenis pupuk higroskopis sehingga lebih mudah menguap di udara. Bahkan pada kelembaban 73%, urea sudah dapat menarik uap air dari udara sehingga mudah larut dalam air serta mudah diserap oleh tanaman. Untuk dapat diserap oleh tanaman, nitrogen dalam urea harus dikonversi terlebih dahulu menjadi ammonium (N-NH_4^+) dengan bantuan enzim urease melalui proses hidrolisis. Namun bila diberikan ke tanah, proses hidrolisis tersebut akan cepat sekali terjadi sehingga mudah menguap sebagai ammonia. Pemberian urea dengan disebar akan cepat terhidrolisis (dalam 2-4 hari) dan ini rentan terhadap kehilangan melalui volatilisasi (Nainggolan, 2010).

1.2.4 Proses Pembuatan Urea

Pada masa kini pembuatan Urea dalam skala industri biasanya didasarkan pada reaksi antara ammonia dan karbondioksida pada temperature dan tekanan tinggi. Reaksi yang terjadi dalam reactor pembuat urea adalah pembentukan ammonium carbamat dan dehidrasi ammonium carbamat yang berlangsung simultan.



Reaksi pertama hanya berlangsung dalam fasa cair, sehingga tekanan operasi harus dijaga pada tekan tinggi. Kedua reaksi di atas merupakan reaksi bolak-balik. Untuk mendorong kesetimbangan reaksi kearah pembentukan Urea ditambahkan ammonia berlebih. Pada reaktor pembuat Urea akan terdapat karbamat dan ammonia berlebih harus dipisahkan dan didaur ulang. Berdasarkan cara-cara yang digunakan untuk pemisahan dan daur ulang karbamat dan ammonia berlebih, proses pembuatan Urea dapat digolongkan menjadi 3, yaitu: proses sekali lewat (once through process), conventional recycle processes, dan stripping processes.

Pada proses Once-through process. Bahan baku yang tidak terkonversi, CO_2 dan NH_3 dikeluarkan ke plant lain seperti plant amonium sulfat atau plant amonium nitrat untuk mendapatkan kembali NH_3 . Conventional recycle process memiliki ciri-ciri yaitu semua amonia dan CO_2 yang tidak terkonversi diumpankan kembali ke dalam reaktor. Pada generasi pertama metode conventional recycle process, pengumpanan amonia dan CO_2 yang tidak zwterkonversi ke dalam reaktor dilakukan dalam dua tahap yaitu pengumpanan pertama dilakukan pada tekanan 18 – 25 bar dan yang kedua dilakukan pada tekanan rendah (2-5 bar). Kedua proses ini sudah lama ditinggalkan karena pada 5 proses sekali lewat banyak bahan yang terbang, sedangkan pada proses konvensional membutuhkan energi besar dan rasio perbandingan NH_3CO_2 yang tinggi yaitu 5:1.

Pada Stripping process CO_2 ataupun NH_3 digunakan sebagai stripping agent zat yang tidak terkonversi di dalam larutan urea yang keluar dari reaktor. Stripping process merupakan proses yang saat ini paling banyak digunakan karena memiliki keunggulan antara lain energi yang dibutuhkan lebih kecil dan perbandingan reaktan yang lebih rendah. Pada Stripping process, pengolahan urea dibedakan menjadi tiga proses dasar, yaitu meliputi proses stamicarbon, snamprogetti, dan teknologi ACES. (Ullmann's, 2002).

1. Stamicarbon CO_2 Stripping proses

Menggunakan kolom stripping untuk memisahkan urea hasil sintesis dengan memanfaatkan CO_2 sebagai media stripping, karena kelarutan CO_2 yang relatif kecil dalam aliran, sehingga cocok digunakan untuk media stripper. Reaktan yang tidak bereaksi dan hasil samping berupa karbamat di umpankan kembali pada reaktor. Kondisi operasi reaktor pada tekanan 140 bar, suhu 180°C dengan perbandingan molar $\text{NH}_3:\text{CO}_2$ 3:1 dan menghasilkan konversi sebesar 60% (Baboo, dkk., 2016)

2. Mitsui Toatsu

Reaktor dioperasi pada 25 MPa (246 atm) dan suhu 195°C pada perbandingan mol rasio total NH_3 terhadap CO_2 adalah 4:1. Dengan mendapatkan konversi yang relative tinggi untuk menjadi Urea sekitar 67-70%. Karbamat yang tidak terkonversi dan ammonia berlebih dikembalikan ke dalam reaktor keluaran pertama dalam steam tekanan

tinggi 17 MPa (168 atm) dan suhu 155°C, dan steam tekanan rendah 300 kPa (3 atm) dan suhu 130°C.

Gas bertekanan rendah terkondensasi pada absorber tekanan rendah dan gas kondensasi tersebut dipompakan ke absorber tekanan tinggi untuk mengabsorpsi gas bertekanan tinggi. Ammonia berlebih yang tidak terabsorpsi dari absorber tekanan tinggi dikondensasi dalam ammonia condenser dan dikembalikan ke reactor, dengan demikian konsentrasi larutan karbamat terbentuk kembali dalam absorber tekanan tinggi.

Urea berbentuk kristal dibawah dari 72-74% larutan yang didapatkan dari absorber tekanan rendah. Produk yang dihasilkan diaduk, dicuci, dikeringkan, dan dialirkan ke bagian atas prilling tower untuk pembentukan butiran Urea dengan <0.5% (wt) biuret.

3. Montedison

Reaktor dioperasikan pada 20-22 MPa (197-217 atm) dan total rasio mol adalah 3,5:1. Konversi dari karbamat menjadi Urea tiap produksinya adalah sekitar 62-63%. Tekanan reaktor keluaran adalah 7,5 MPa (74 atm) dan steam dipanaskan untuk mendaur ulang NH₃ dan CO₂ yang tidak terkonversi.

75% (wt) larutan Urea dari decomposer ketiga karbamat konsentrasinya mencapai 99,5% (wt) larut dalam 2 tahap “*high vacuum evaporator system*”, beroperasi sekitar 29 kPa (0,29 atm) dan 3,4 kPa (0,034 atm). Gas dari dekomposer karbamat yang ketiga di

kondensasi dalam air pendingin absorber dengan pompa sampai absorber kedua.

Larutan karbamat lemah yang berasal dari absorber kedua dipompakan sampai absorber pertama untuk mengabsorpsi larutan tersebut.

1.2.5 Pemilihan Proses

Perbandingan masing-masing proses dipaparkan pada tabel berikut:

Tabel 1. 1 Perbandingan Proses

Parameter	Stamicarbon	Mitsui Toatsu	Montedison
Kondisi	14 mPa	25 mPa	20-22 mPa
Operasi	Steam 190°C Mol rasio NH ₃ : CO ₂ = 2,8:1	Steam 195°C Mol rasio NH ₃ :CO ₂ = 4:1 Biuret < 0,5% (wt)	Mol rasio NH ₃ :CO ₂ = 3,5:1
Kemurnian	99,7%	72-75%	62-63%
Teknologi	Rumit	Sederhana	Rumit
Investasi	Sangat mahal	Murah	Mahal

Berdasarkan Tabel 1.1 di atas dipilih metode *Mitsui Toatsu* dengan dasar pemilihan sebagai berikut:

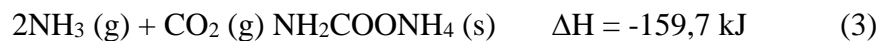
1. Proses yang digunakan lebih ekonomis dan efisien dibandingkan dengan proses yang lain karena bahan baku yang tidak terkonversi

dapat dikembalikan lagi ke reaktor sehingga dapat menghemat pasokan bahan baku.

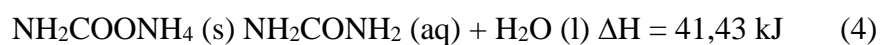
2. Limbah yang dihasilkan tidak mengandung sedikit *phosphate* dan hanya dialirkan ke dalam sistem pengolahan air limbah, berupa kolom penetralisasi dan selanjutnya dapat dibuang ke aliran sungai.
3. Kapasitas produksi lebih besar.

1.2.6 Prinsip Pembuatan Urea

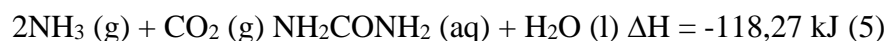
Prinsip pembuatan urea yaitu sintesa urea dapat berlangsung dengan bantuan tekanan tinggi. Sintesa ini dilaksanakan untuk pertama kalinya oleh BASF pada tahun 1941 dengan bahan baku karbon dioksida (CO₂) dan amoniak (NH₃). Sintesa urea berlangsung dalam dua bagian. Selama bagian reaksi pertama berlangsung, dari amoniak dan karbon dioksida akan terbentuk amonium karbamat. Reaksi ini bersifat eksoterm.



Pada bagian kedua, dari amonium karbamat terbentuk urea dan air. Reaksi ini bersifat endoterm.



Sintesa dapat ditulis menurut persamaan reaksi sebagai berikut:



Kedua bagian reaksi berlangsung dalam fase cair pada interval temperatur mulai 170-190°C dan pada tekanan 130 sampai 200 bar. Reaksi keseluruhan adalah eksoterm. Panas reaksi diambil dalam sistem dengan jalan pembuatan uap air. Bagian reaksi kedua merupakan langkah

yang menentukan kecepatan reaksi dikarenakan reaksi ini berlangsung lebih lambat dari pada reaksi bagian pertama.

Agar produksi urea dapat maksimal, maka biaya untuk recycle CO₂ dan NH₃ yang tidak terkonversi perlu dipertimbangkan. Proses pembuatan urea dikelompokkan menjadi tiga, yaitu proses sekali lewat (once through process), conventional recycle processes, dan stripping process.

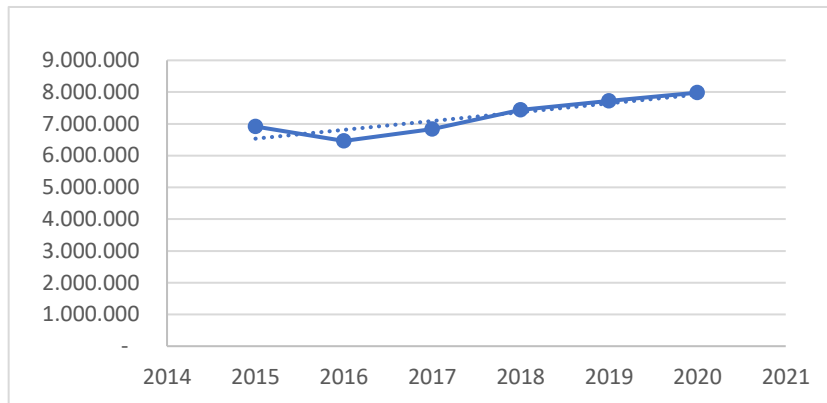
1.3 Kapasitas Produksi

Metode yang digunakan dalam penentuan kapasitas produksi, didasarkan atas peluang pemasaran produk. Peluang pemasaran dapat ditentukan dengan mengetahui data impor, ekspor, produksi dalam negeri dan konsumsi dalam negeri. Kapasitas produksi dipilih dengan memperhatikan peluang pemasaran dan kemudian akan di estimasi kemampuan pemenuhan permintaan terhadap produk. Selain peluang pemasaran, hal yang juga harus diperhatikan yaitu kapasitas produksi pabrik urea yang telah berdiri (kapasitas terpasang).

a. Produksi

Tabel 1. 2 Produksi Urea dari tahun 2015-2020

Tahun	Jumlah
2015	6.917.372
2016	6.462.938
2017	6.838.063
2018	7.444.697
2019	7.722.799
2020	7.983.042



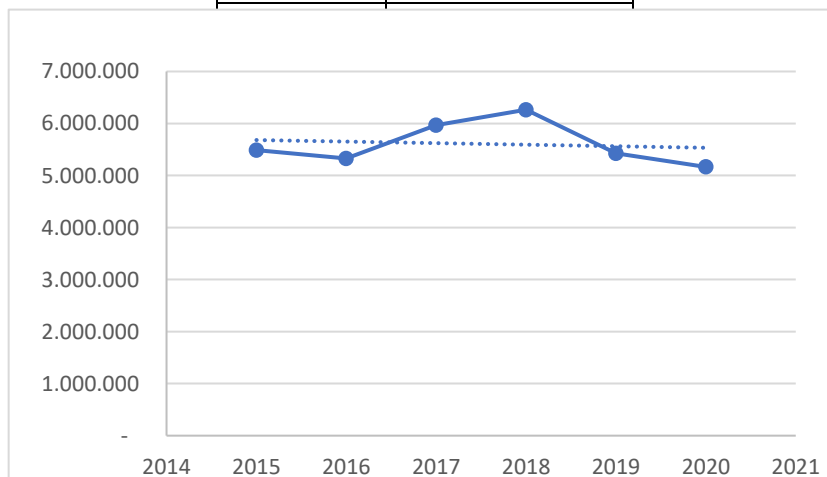
Gambar 1. 1 Produksi Urea dari tahun 2015 (tahun ke-1) s.d. 2020 (tahun ke-6)

Data produksi urea di atas berdasarkan publikasi Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia 2019. Dari data tersebut digunakan untuk memproyeksikan atau meramalkan produksi urea pada tahun 2026. Proyeksi data dilakukan dengan metode Forcecast Linear pada aplikasi Microsoft Excel. Setelah dilakukan proyeksi, jumlah estimasi produksi urea pada tahun 2026 dapat diketahui, yaitu sebesar 9.587.410 ton.

b. Konsumsi

Tabel 1. 3 Konsumsi Urea dari Tahun 2015-2020

Tahun	Jumlah
2015	5.490.515
2016	5.329.717



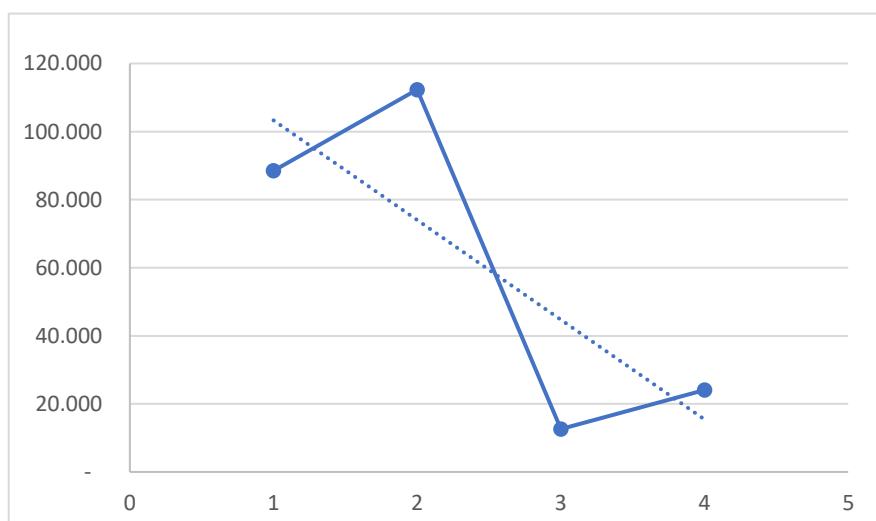
Gambar 1. 2 Konsumsi urea dari tahun 2015 (tahun ke-1) s.d. 2020 (tahun ke-6)

Data konsumsi urea di atas berdasarkan publikasi Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia 2019. Setelah dilakukan proyeksi, jumlah estimasi konsumsi urea pada tahun 2026 dapat diketahui, yaitu sebesar 5.354.656 ton.

c. Impor

Tabel 1. 4 Impor Urea dari tahun 2012-2020

Tahun	Tahun Ke-	Jumlah (Kg)	Jumlah (Ton)
2012	1	145.871.724	145.872
2013	2	64.744.925	64.745
2014	3	120.749.914	120.750
2015	4	95.433.655	95.434
2016	5	625.899.574	625.900
2017	6	88.460.355	88.460
2018	7	112.326.621	112.327
2019	8	12.600.986	12.601
2020	9	24.076.313	24.076



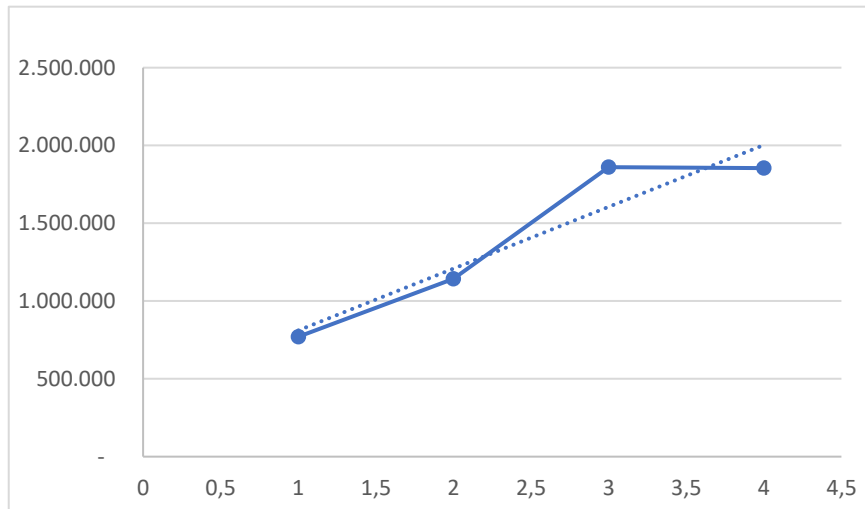
Gambar 1. 3 Impor Urea dari tahun 2017 (tahun ke-6) s.d. 2020 (tahun ke-9)

Data Impor urea di atas berdasarkan publikasi dari data Badan Pusat Statistik (BPS) yang tercantum dalam e-book Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor tahun 2017-2020. Setelah dilakukan proyeksi dapat diketahui estimasi jumlah impor urea Indonesia pada tahun 2026 yaitu sebesar 0 ton. Hal tersebut dikarenakan produksi dari dalam negeri saja sudah dapat memenuhi kebutuhan Urea yang ada di dalam negeri.

d. Ekspor

Tabel 1. 5 Ekspor Urea dari tahun 2012-2020

Tahun	Tahun Ke-	Jumlah (Kg)	Jumlah (Ton)
2012	1	1.098.417.908	1.098.418
2013	2	1.431.888.302	1.431.888
2014	3	1.118.084.692	1.118.085
2015	4	817.608.028	817.608
2016	5	1.264.219.915	1.264.220
2017	6	770.575.398	770.575
2018	7	1.141.793.902	1.141.794
2019	8	1.860.466.539	1.860.467
2020	9	1.854.993.529	1.854.994



Gambar 1. 4 Ekspor Urea dari tahun 2017 (tahun ke-6) s.d. 2020 (tahun ke-9)

Data ekspor urea di atas berdasarkan publikasi dari data Badan Pusat Statistik (BPS) yang tercantum dalam e-book Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Ekspor tahun 2017-2020. Setelah dilakukan proyeksi dapat diketahui estimasi jumlah ekspor urea Indonesia pada tahun 2026 yaitu sebesar 4.783.095 ton.

Perhitungan kapasitas produksi pada tahun 2026:

Ketersediaan produk (supply) = Impor + Produksi dalam negeri

$$= 0 + 9.587.410 \text{ ton}$$

$$= 9.587.410 \text{ ton/tahun}$$

Permintaan produk (demand) = Ekspor + konsumsi

$$= 4.783.095 + 5.354.656$$

$$= 10.137.751 \text{ ton/tahun}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Peluang} &= \text{Demand} - \text{Supply} \\
 &= 10.137.751 \text{ ton} - 9.587.410 \text{ ton} \\
 &= 550.342 \text{ ton/tahun} \\
 \\
 \text{Kapasitas Produksi} &= 40\% \text{ dari peluang} \\
 &= 220.136,63 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Tabel 1. 6 Kapasitas Produksi Urea di Pabrik Indonesia

No	Nama Perusahaan	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Lokasi
1	PT. Petrokimia Gresik	1.030.000	Gresik, Jawa Timur
2	PT. Pupuk Kujang	1.140.000	Cikampek, Jawa Barat
3	PT. Pupuk Kalimantan Timur	3.435.000	Bontang, Kalimantan Timur
4	PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM)	1.140.000	Lhokseumawe, Aceh
5	PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang	2.617.500	Palembang

Dari beberapa data yang sudah ada dan juga jika dibandingkan dengan Perusahaan yang memproduksi pupuk Urea yang ada di Indonesia di atas maka kapasitas pabrik yang akan didirikan dapat diperkirakan berdasarkan kebutuhan pemakaian, kapasitas yang sudah berjalan, dan keinginan jumlah yang akan diekspor. Maka dari beberapa pertimbangan tersebut diperoleh kapasitas pabrik yang akan dibuat dan diperkirakan sesuai dengan yang dibutuhkan yaitu pabrik dengan kapasitas sebesar 220.000 ton/tahun. Kapasitas ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan sisanya akan di ekspor ke luar negeri.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk dan Bahan Baku

Tabel 2. 1 Sifat Fisis Produk dan Bahan Baku

Parameter	Bahan baku				Produk	
	Amonia		Karbonioksida		Urea	
Rumus molekul	NH ₃		CO ₂		NH ₂ CONH ₂	
Berat molekul	17,032		44,01		60,06	
Titik leleh (°C)	-77,73		-56,55		135	
Berat jenis(g/cm ³)	0,91		0,0018		1,323	
Titik didih (°C)	-33,35		-78,46		135	
Suhu kritis (°C)	304,2		304,1		638,13	
Titik kritis (°C)	405,6		31,1		276	
Tekanan kritis (atm)	111,32		72,8		76,34	
Panas Pembentukan						
- Pada 0 K	-16,862		-		-	
- Pada 243 K	-18,872		-		-	
Panas Spesifik (J/molK)	80,8		37,35 (isobaric); 28,96 (isochoric)		1,439 (suhu 0 °C)	1,887 (suhu 100 °C)
					1,661 (suhu 50 °C)	
Viskositas	0,266		1,37		2,03 (suhu 0 °C)	1,72 (suhu 40 °C)
					1,96 (suhu 20 °C)	
Energi bebas	-16,4		-7,95		-197,15	
Kelarutan	42,8 (suhu 0 °C)	14,1 (suhu 20 °C)	0,3346 (suhu 0 °C)	0,1688 (suhu 20 °C)	41 (suhu 0 °C)	62,2 (suhu 40 °C)
	33,1 (suhu 20 °C)		0,2318 (suhu 10 °C)	0,1257 (suhu 30 °C)	51,6 (suhu 20 °C)	
Spesifik gravity	0,69 (suhu -40 °C)	0,58 (suhu 40 °C)	1,18 (suhu 370 °C)		1,34 (68°C)	
	0,63 (suhu 0 °C)					

Sumber: Kirk-Othmer, 1997 & Perry, 1997

2.2 Pengendalian Kualitas

Untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan perlu dilakukan pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas dilakukan mulai dari bahan baku sampai menjadi produk.

Kegiatan pengendalian dilaksanakan dengan cara memonitor keluaran (output), membandingkan dengan standar, menafsirkan perbedaan-perbedaan dan mengambil tindakan untuk menyesuaikan kembali proses-proses itu sehingga sama / sesuai dengan standar (Buffa 1999: 109). Pengendalian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang

diharapkan dapat tercapai. Pengendalian kualitas (quality control) yang dilakukan pada pabrik urea ini antara lain:

2.2.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang akan digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, perlu dilakukan pengujian terhadap bahan baku CO₂ dan Amonia dengan maksud supaya bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik.

Pengendalian kualitas dari bahan baku bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang akan digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, perlu dilakukan pengujian terhadap bahan baku CO₂ dan Amonia dengan maksud supaya bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik.

2.2.2 Pengendalian Kualitas Proses

Untuk memperoleh kualitas produk sesuai standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang sedang berlangsung. Pengawasan dan pengendalian proses dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di control room, dilakukan dengan cara automatic dengan menggunakan *controller*. Apabila terjadi penyimpangan terhadap alat kontrol yang di awal sudah di tetapkan baik itu dari *level control*, *temperature control*, maupun *flow rate* bahan baku

atau produk dapat diketahui dari sinyal yang diberikan yaitu bunyi alarm maupun nyala lampu. Apabila terjadi penyimpangan di beberapa indikator kontrol, maka penyimpangan tersebut akan dikembalikan ke kondisi awal yang sudah ditetapkan baik secara otomatis atau manual. Sehingga secara otomatis *controller* akan mengambil tindakan untuk memperbaiki penyimpangan tersebut.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu:

1. *Level Control*

Merupakan alat yang ditempatkan pada bagian atas tangki, alat tersebut akan memberikan isyarat yang berupa suara atau nyala lampu yang menandakan bahwa belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan. Sehingga controller akan mengambil tindakan dengan memperbesar atau memperkecil aliran tangki.

2. *Flow Rate Control*

Jika terjadi penyimpangan terhadap aliran bahan baku, controller akan mengambil tindakan dengan memperbesar atau memperkecil aliran bahan baku sampai aliran bahan baku memenuhi syarat.

3. *Temperature Control*

Jika terjadi penyimpangan pada suhu yang telah ditetapkan, maka akan ada isyarat berupa nyala lampu atau suara yang pada saat itu juga controller akan mengambil tindakan dengan memperbesar atau memperkecil aliran steam hingga suhu yang keluar dari alat memenuhi syarat.

2.2.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk merupakan sebuah upaya perusahaan untuk mempertahankan kualitas produk yang dihasilkan. Dalam pendekatan ini perlu diperhatikan beberapa langkah yang akan diambil untuk bisa mengatur produk, sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang berlaku. Pengawasan serta pengendalian proses bisa dilakukan dengan cara system control sehingga produk yang sesuai standar kualitas dapat dipasarkan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

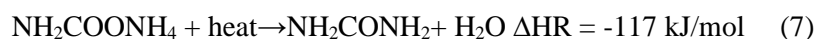
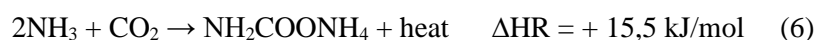
3.1 Uraian Proses

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Umpan segar karbondioksida gas yang berasal dari ditekan dengan menggunakan kompresor sampai 25 atm dan dinaikkan suhunya menjadi 200°C untuk dialirkan masuk ke reaktor. Umpan segar ammonia cair dengan konversi ammonia dalam tangka maksimal yaitu sebesar 30% ditekan dengan pompa hingga tekanan mencapai 25 atm dan dinaikkan suhunya untuk kemudian dialirkan ke reaktor.

3.1.2 Tahap Sintesa Urea

Sintesa terjadi pada reaktor utama yang beroperasi pada suhu 200°C dengan tekanan 25 atm dengan dengan konversi sebesar 75%. Reaktor yang digunakan yaitu reaktor CSTR/RATB yang dilengkapi dengan isolasi untuk menjaga panas reaktor agar tidak keluar dan juga dilengkapi dengan jacket. Reaksi yang terjadi yaitu (6) reaksi pembentukan Ammonium Karbamat, reaksi (7) pembentukan urea dari Ammonium Karbamat dengan konversi 75% dan reaksi (8) yang merupakan reaksi samping merupakan reaksi pembentukan dari biuret.



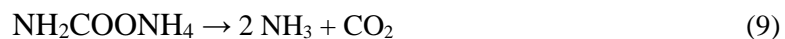
Reaksi (6) berlangsung cepat dan menghasilkan panas sehingga diperlukan pengontrolan suhu. Reaksi (6) ini merupakan reaksi eksoterm dimana artinya

pada reaksi (6) ini terjadi pelepasan panas ke lingkungan. Sedangkan untuk reaksi (7) merupakan reaksi endoterm dimana tidak melepaskan panas ke lingkungan.

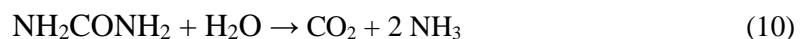
3.1.3 Tahap Dekomposisi

Tahap dekomposisi ini terjadi di dalam Menara Distilasi dengan kondisi operasi dimana tekanan di dalamnya sebesar 20 atm. Di dalam Menara Distilasi terjadi proses Ammonium Karbamat yang tidak terkonversi menjadi urea akan di dekomposisi menjadi NH_3 dan CO_2 dan kemudian dialirkan menuju ke Absorber untuk direaksikan kembali dan membentuk Ammonium Karbamat kembali. Di dalam Menara Distilasi ini juga terjadi proses Hidrolisis Urea yaitu pengurangan kandungan air dan urea sehingga membentuk CO_2 dan NH_3 . Untuk hasil bawah dari Menara Distilasi diumpankan menuju ke Prilling Tower untuk dilakukan pembersihan. Sedangkan hasil atas Menara Distilasi dialirkan menuju ke Absorber untuk mereaksikan kembali CO_2 dan NH_3 . Berikut beberapa reaksi yang terjadi di dalam Menara Distilasi:

1. Dekomposisi Karbamat



2. Hidrolisis Urea



3. Pembentukan Biuret



3.1.4 Tahap Recovery

Tahap *recovery* ini terjadi di dalam tangki Absorber dimana dalam tangki Absorber terdapat 2 umpan masuk dan 2 umpan keluar. 1 umpan masuk berasal dari hasil atas Menara Distilasi dimana membawa gas umpan berupa hasil dekomposisi NH_3 dan CO_2 . Sedangkan dari umpan satunya yang masuk ke Absorber merupakan umpan H_2O yang diambil dari air proses untuk menambah persediaan air untuk terjadinya penyerapan di Absorber dan juga untuk di umpankan kembali ke Reaktor. Umpan keluaran dari Absorber yang berupa gas NH_3 diumpankan ke atas dan dibuang karena NH_3 tersebut merupakan gas sisa reaksi (*arus purging*) yang tidak diperlukan kembali. Sedangkan satu arus keluaran dari Absorber mengalirkan hasil *recycle* dari Absorber yang menghasilkan Ammonium Karbamat dan membawa H_2O .

3.1.5 Tahap Pemurnian

Larutan urea (*molten*) yang merupakan hasil dari keluaran *bottom* Menara Distilasi diumpankan ke dalam *Prilling Tower* dengan cara mengalirkan *molten* tersebut melalui *nozzle* yang disemprotkan ke arah bawah. Sedangkan dari bagian bawah *Prilling Tower* dialirkan udara panas yang berasal dari lingkungan. Udara panas tersebut bertujuan agar semprotan dari *nozzle* yang membentuk butiran cair tersebut langsung membentuk butiran padat berupa Urea yang selanjutnya hasil dari butiran tersebut akan jatuh ke bagian bawah dari *Prilling Tower* sedangkan udara panas tersebut membawa air dan sisa kandungan biuret teruapkan ke atas.

Hasil keluaran dari *Prilling Tower* berupa produk urea *prill* memiliki kemurnian sekitar 99,8% karena dengan bentuknya berupa padatan sehingga hampir tidak ada kandungan air yang terkandung di dalam hasil produk akhir dari Urea *prill* tersebut. Selanjutnya hasil produk urea berbentuk *prill* dialirkan ke *Belt Conveyor* untuk dilakukan tahap pengemasan.

Dari perancangan pabrik kimia alam proses pembuatan urea dari bahan baku Ammonia dan Karbon dioksida dengan kapasitas 220.000 ton/tahun. Agar mencapai produk dengan kualitas yang diinginkan, maka perlu dilakukan pemilihan proses yang tepat agar lebih efektif dan efisien. Adapun beberapa tahapan proses secara umum dalam proses produksi urea yaitu meliputi tahap persiapan bahan baku, tahap sintesa urea, tahap dekomposisi, tahap *recovery* dan tahap pemurnian.

3.2 Spesifikasi Alat

3.2.1 Alat Besar

Harga alat yang digunakan berdasarkan referensi buku *Plant Design and Economic for Chemical Engineers* oleh Peters & Timmerhaus, ed. 5, 2003.

1. *Continuous Stirred Tank Reactor* / Reaktor CSTR (R-01)

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor (R-01)

Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan NH ₃ dan CO ₂ untuk membentuk Urea secara bertahap
Jenis	: Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR/RATB)
Bahan Konstruksi	: <i>Plate Steel SA-240 Grade S type 304</i>
Kapasitas	: 26.216,798 kg/jam
Kinetika Reaksi	
- k	: 0,0602 min ⁻¹
- A	: 3,9x10 ⁶ min ⁻¹
- E	: 59,85 kJ/mol
Kondisi Operasi	
- Suhu	: 130°C
- Tekanan	: 25 atm
Dimensi Reaktor	
- Diameter	: 2,426 m
- Tinggi	: 5,61 m
- Tebal <i>Shell</i>	: 0,0086 m
<i>Head dan Bottom</i>	
- Tipe	: <i>torispherical head</i>
- Tebal	: 0,0164 m
Pengaduk	
- Jenis	: Turbin <i>impeller with 6 blades</i>
- Diameter	: 0,81 m
- Panjang blade	: 0,202 m
Lebar blade	: 0,137 m
Harga	: \$88.610,97

2. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat Menara Distilasi (MD-01)

Kode	: MD-01
Fungsi	: Menguraikan karbamat menjadi CO ₂ dan NH ₃

Jenis	: <i>Sieve Plate Column / Plate Column</i>
Bahan konstruksi	: <i>Plate Steel SA-240 Grade S type 304</i>
Kapasitas	: 45667,9230 kg/jam
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: 20 atm
- T feed	: 132,5342 °C
Dimensi	
- Tinggi kolom	: 25 m
- Diameter kolom	: 4,15 m
<i>Plate</i>	
- Jenis	: Sieve Tray
- Jumlah plate minimum	: 1
- Jumlah plate + reboiler	: 16 plate
- Jarak plate	: 0,9 m
- Tebal plate	: 5 mm
<i>Head</i>	
- Jenis	: <i>Torispherical Head</i>
- Tinggi	: 0,3524 m
Suhu	
- <i>Feed</i>	: 131,4023 °C
- <i>Bottom</i>	: 90,3055 °C
- <i>Distilat</i>	: 120,3065 °C
Harga	: \$110.565,67

3. Absorber (AB-01)

Tabel 3. 3 Spesifikasi Alat Absorber (AB-01)

Kode	: AB-01
Fungsi	: Untuk mereaksikan kembali CO ₂ dan NH ₃ untuk dibentuk menjadi Ammonium Karbamat
Jenis	: <i>Packed Tower</i> (Menara Bahan Isian)
Kondisi Operasi	
- Suhu	: 40°C
- Tekanan	: 30 atm
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304</i>
Dimensi	
- Tinggi	: 3,26 m
- Diameter	: 1 m
- Tebal <i>shell</i>	: 3/16 in
Packing	
- Jenis	: <i>Risching Ring</i>
- Bahan	: <i>Metal</i>
- Tinggi	: 2,52 m
- Size	: 1,5 in
Harga	: \$17.993,80

4. ***Prilling Tower (PT-01)*****Tabel 3. 4** Spesifikasi Alat Prilling Tower (PT-01)

Kode	: PT-01
Fungsi	: Untuk membutirkan urea <i>molten</i> menjadi urea <i>prill</i>
Jenis	: <i>Spray Drying Tower</i>
Kondisi Operasi	
- Suhu	: 140°C
- Tekanan	: 1,01325 bar
Dimensi	
- Volume Tower	: 64,5998 m ³
- Tinggi	: 11,5 m
- Diameter	: 2,9918 m
Harga	: \$40.401,17

3.2.2 Alat Kecil

1. Tangki Penyimpanan Ammonia (T-01)

Tabel 3. 5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Ammonia

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan bahan baku Ammonia cair
Jenis	: Tangki silinder tegak dengan dasar <i>flat bottom</i> dan atap berbentuk <i>torispherical roof</i>
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA-283 grade C
Kapasitas Tangki	: 4.624.798 kg
Kondisi Operasi	
- Suhu	: 30°C
- Tekanan	: 1 atm
Dimensi	
- Volume Tangki	: 9245 m ³
- Tinggi Total	: 21 m
- Diameter Standar	: 18 m
Harga	: \$37.911,46

2. Tangki Penyimpanan Karbondioksida (T-02)

Tabel 3. 6 Spesifikasi Tangki Penyimpanan CO₂

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan bahan baku Karbondioksida gas
Jenis	: Tangki bola
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA-283 grade C
Kapasitas Tangki	: 6.535.578 kg
Kondisi Operasi	
- Suhu	: 30°C
- Tekanan	: 10 atm
Dimensi	
- Volume Tangki	: 4850 m ³
- Tinggi Total	: 17 m
- Diameter Standar	: 15 m
Harga	: \$50.925,85

3. *Expansion Valve (EV-01)*

Tabel 3. 7 Spesifikasi Alat EV-01

Kode	: EV-01
Fungsi	: Menurunkan tekanan output R-01 yang diumpankan ke MD-01
Jenis	: Global Valve
Kapasitas	: 1902,8301 kg/jam
Kondisi Operasi	
- Suhu (in)	: 200°C
- Tekanan (in)	: 25 atm
- Tekanan (out)	: 20 atm
Dimensi	
- ID	: 1,049 in
- OD	: 1,320 in
- a't	: 0,864 in ²
- Le	: 6,0957 m
Harga	: \$13.137,74

4. **Kompresor**

Tabel 3. 8 Spesifikasi Alat COM-01

Kode	: COM-01
Fungsi	: Menaikkan tekanan keluaran T-01 dari 1 atm ke 25 atm
Kondisi Operasi	
- P1	: 1 atm
- P2	: 25 atm
- T1	: 30°C
- T2	: 87,56°C
Kapasitas Total	: 35361660,8 ft ³ /hari
BHP	: 1750 HP
Faktor Keamanan	: 3,53%
Jumlah Stage	: 4 <i>stage</i>
Effisiensi	: 69%
Harga	: \$87.479,29

5. **Kondensor (CD-01)**

Tabel 3. 9 Spesifikasi Alat (CD-01)

Kode	: CD-01
Fungsi	: Mengembunkan uap hasil atas MD-01
Jenis	: <i>Shell and Tube Exchanger</i>
Bahan Konstruks	: <i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>
Beban Panas	: 1773906,90 Btu/jam
Luas Transfer Panas	: 23,5795 m ²
Shell Side	
- ID	: 39 in
- Pass	: 1
Tube Side	
- ID	: 0,902 in
- OD	: 1 in
- Pass	: 3
Faktor Kekotoran (Rd)	: 0,0053
Jumlah	: 1 unit
Harga	: \$11.430,02

6. **Accumulator (AC-01)**

Tabel 3. 10 Spesifikasi Alat AC-01

Kode	: AC-01
Fungsi	: Menampung arus keluaran condenser pada MD-01, untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran
Tipe	: Tangki silinder horizontal
Bahan	: Stainless Steel SA 283 Grade C
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: 20 atm
Dimensi	

- Volume	: 105,15 ft ³
- Diameter	: 0,90 m
- Panjang	: 5,374 m
- Tebal shell	: 0,019 m
- Tebal head	: 0,019 m
- Tinggi head	: 0,236 m
- Panjang tangki total	: 5,8462 m
Harga	: \$15.390,92

7. Reboiler (RE-01)

Tabel 3. 11 Spesifikasi Alat RE-01

Kode	: RE-01
Fungsi	: Menguapkan hasil bawah MD-01
Jenis	: <i>Shell and Tubes Exchanger</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>
Beban Panas	: 617022,81 Btu/jam
Luas Transfer Panas	: 6,120101768 m ²
Shell Side	
- ID	: 17,25 in
- Pass	: 1
Tube Side	
- ID	: 1 in
- OD	: 0,625 in
- Pass	: 1
Rd	: 0,0049
Jumlah	: 1 unit
Harga	: \$21.841,53

8. Blower (BL-01)

Tabel 3. 12 Spesifikasi Alat BL-01

Kode	: BL-01
Fungsi	: Mengalirkan Udara lingkungan ke PT-01
Jenis	: Blower Centrifugal
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: 1 atm
- Suhu	: 30°C
BHP	: 13,894 Hp
η motor	: 80%
Power	: 17,480 Hp
T keluaran	: 48,3°C
Harga	: 3.395,06

9. Belt Conveyor (BC-01)

Tabel 3. 13 Spesifikasi Alat BC-01

Kode	: BC-01
Fungsi	: Untuk mengangkut produk Urea <i>prill</i> ke Gudang pengepakan
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: 1 atm
- Temperatur	: 30°C
Running angle	: 20°
Lebar belt	: 16 in
Panjang conveyor	: 28,867 m
Tinggi conveyor	: 14,434 m
Daya	: 2 Hp
Harga	: \$3.395,06

10. Pompa

Tabel 3. 14 Spesifikasi Alat Pompa

Kode	Fungsi	Jenis	Ukuran Pipa			Daya	Motor	Efisiensi
			ID (ft)	SCH	IPS (in)	Hp	Hp	
P-01	Mengalirkan larutan NH3 dari T-01 menuju HE-01	Sentrifugal	3,826	80	4	0,6452	0,8065	77%
P-02	Mengalirkan keluaran HE-01 ke R-01	Sentrifugal	3,826	80	4	0,7446	0,9308	77%
P-03	Mengeluarkan keluaran HE-02 ke R-01	Sentrifugal	3,826	80	4	0,7513	0,9391	77%
P-04	Mengalirkan keluaran R-01 menuju EV-01	Sentrifugal	3,826	80	4	1,8877	2,3597	78%
P-05	Mengalirkan larutan dari EV-01 ke MD-01	Sentrifugal	3,826	80	4	1,8877	2,3597	78%
P-06	Mengalirkan hasil bottom MD-01 ke PT-01	Sentrifugal	3,826	80	4	1,5298	1,9122	78%
P-07	Mengalirkan hasil atas MD-01 ke AB-01	Sentrifugal	1,939	80	2	0,2953	0,3692	52%
P-08	Mengalirkan air proses ke AB-01	Sentrifugal	0,546	80	0,50	1	0,05	45%
P-09	Mengalirkan hasil bawah liquid AB-01 ke R-01	Sentrifugal	3,826	80	4	0,7272	0,9090	63%

Harga Pompa : \$5.545,26

11. Heat Exchanger

Tabel 3. 15 Spesifikasi Alat Heat Exchanger

Parameter	HE-01	HE-02	HE-03	HE-04
ID (in)	0,430	0,62	0,870	0,62
Panjang (in)	240	192	192	192
Luas Transfer Panas (ft ³)	254,687	1213,8238	96,159	2743,023
Ud (Btu/jam.ft ² .F)	250,000	8	49,547	25
Uc (Btu/jam.ft ² .F)	86,522	1988,1931	0	2048,3314
Rd	0,009	0,1281	0,009	0,0392
Rd min	0,003	0,003	0,003	0,003
Harga	\$11.430,02	\$11.430,02	\$11.430,02	\$11.430,02

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Dalam perancangan pabrik tentu diperlukan adanya penentuan kapasitas pabrik pertahunnya. Kapasitas dapat ditentukan dari beberapa factor, yaitu Proyeksi Kebutuhan dalam Negeri serta ketersediaan bahan baku. Dengan kapasitas tersebut diharapkan dapat menghemat devisa negara karena laju Impor Urea bisa ditekan seminimal mungkin dan juga dapat memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Sedangkan ketersediaan bahan baku merupakan hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan Urea dan penentuna kapasitas produksi pada suatu pabrik. Diharapkan kebutuhan bahan baku Ammonia dapat diperoleh dari PT. Pusri dan CO₂ dapat diperoleh dari PT. Pupuk Kujang. Kapasitas yang ditetapkan sebagai *rate production* dari pabrik ditentukan berdasarkan pertimbangan dari kapasitas pabrik yang sudah berjalan baik dalam negeri maupun luar negeri. Melihat kebutuhan Urea dari tahun ke tahun yang mengalami peningkatan menunjukkan bahwa melesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan Urea akan terus meningkat seiring kebutuhan pada waktu sekarang. Maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 220.000 ton/tahun.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Kebutuhan bahan baku dihitung berdasarkan *rate production* yang sudah ditentukan sebelumnya. Bahan baku Ammonia dapat diperoleh

dari PT. Panca Amara Utama yang terletak tidak jauh dari lokasi pabrik yang akan didirikan, sedangkan untuk bahan baku karbondioksida direncanakan akan diambil dari PT. Kujang sebagai satu-satunya pabrik yang memproduksi Karbondioksida.

Perencanaan alat proses berdasarkan kemampuan peralatan untuk menjalankan proses, umur atau jam kerja dari peralatan dan perawatannya. Perencanaan kebutuhan alat proses tersebut dapat mengatur anggaran dan jenis peralatan yang cocok yang digunakan untuk pembuatan produk.

Dalam penyusunan rencana produksi ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan, yaitu factor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terletak pada kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah suatu hal yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

1. Kemampuan Pasar

- a. Ketika kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka perencanaan produksi disusun secara maksimal
- b. Ketika produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- c. Ketika rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan di tahun berikutnya.

2. Kemampuan Pabrik

a. Material (bahan baku)

Dalam pemilihan dan pemakaian material yang memenuhi kualitas serta kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (tenaga kerja)

Dengan memberikan beberapa pelatihan terhadap karyawan, sehingga akan meningkatkan keterampilan dan bisa memaksimalkan kinerjanya.

c. Mesin (peralatan)

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

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik

Penentuan dan pemilihan lokasi pabrik pada perancangan pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting. Penentuan sebuah lokasi pabrik nantinya akan memberi pengaruh besar terhadap kegiatan pabrik, mulai dari distribusi produk ataupun produksi produk. Beberapa pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik juga diharapkan dapat memberikan keuntungan yang optimum terhadap perusahaan dan juga pada berlangsungnya pabrik. Selain itu, pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan perkembangan ekonomi dan sosial masyarakat disekitar lokasi. Maka dari itu, pertimbangan yang utama dalam perancangan pabrik adalah penentuan dan pemilihan lokasi pabrik. Selain itu yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah karakteristik dan sifat bahan baku yang ingin digunakan. Jika bahan baku yang akan digunakan bersifat berbahaya, maka lokasi pabrik sebaiknya berada di dekat

sumber bahan baku. Namun dalam hal ini pertimbangan tersebut dapat dikesampingkan karena pabrik Urea tidak mempunyai bahan baku maupun produk yang bersifat berbahaya.

Untuk perancangan pabrik Urea ini akan dipilih lokasi di daerah Sulawesi Tengah, Kabupaten Banggai, dengan pertimbangan sebagai berikut:

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer adalah faktor yang mempengaruhi tujuan utama dari pabrik. Tujuan utama meliputi distribusi dan produksi. Beberapa faktor primer yang mempengaruhi dalam penentuan dan pemilihan lokasi pabrik adalah:

1. Penyediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik yang dipilih adalah di Sulawesi Tengah, yaitu di Kabupaten Banggai karena lokasi tersebut dekat dengan sumber bahan baku yaitu Ammonia dari PT. Panaca Amara Utama. Sedangkan bahan baku yang berupa Karbondioksida diperoleh dari salah satu pabrik yang ada di Indonesia dan merupakan satu-satunya penghasil Karbondioksida murni yaitu di PT. Pupuk Kujang Jawa Barat.

2. Pemasaran

Pemasaran merupakan suatu hal yang memberikan pengaruh besar terhadap studi kelayakan proses. Dengan strategi pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan memberi jaminan terhadap keberlangsungan proyek. Maka dari itu, lokasi di kawasan

Sulawesi relatif strategis untuk memproduksi serta melakukan pemasaran produk terutama karena mayoritas masyarakat di sana bermata pencaharian sebagai petani.

3. Penyediaan Bahan Bakar dan Energi

Penyediaan listrik dapat diperoleh dari PLN dan bahan bakar diperoleh dari distributor. Kebutuhan air sebagai penunjang proses produksi dapat diambil dari air laut yang terletak di sebelah lokasi rencana pembangunan *plant*.

4. Tenaga Kerja

Kawasan industri merupakan salah satu tujuan untuk para pekerja. Sebagian besar dari tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan Sebagian sarjana sesuai dengan kebutuhan. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja yang dimiliki oleh para tenaga kerja menjadi prioritas dalam suatu proses perekrutan tenaga kerja, sehingga tenaga kerja yang diterima saat perekrutan merupakan tenaga kerja yang berkualitas dan bekerja sebagaimana mestinya.

5. Transportasi

Sarana transportasi darat maupun laut akan sangat menunjang kelangsungan produksi. Sulawesi Tengah, Kabupaten Banggai merupakan kawasan industri yang strategis yang mana telah dilengkapi dengan sarana transportasi yang cukup lengkap, seperti dengan adanya jalan raya serta dekat dengan Pelabuhan.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

1. Kebijakan Pemerintah

Akhir-akhir ini pemerintah menginginkan pengembangan kawasan industri baru di luar Jawa. Upaya ini dilakukan guna memacu pemerataan terhadap pembangunan dan perekonomian yang inklusif. Maka dari itu, pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan perizinan yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

2. Lingkungan Sekitar

Pendirian pabrik akan berbanding lurus dengan ketersediaan lapangan kerja, sehingga warga di sekitar pabrik berpeluang besar mendapat kesempatan lebih besar untuk mendapatkan pekerjaan. Selain itu, pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keamanan dan keselamatan masyarakat sekitar lokasi pendirian pabrik dikarenakan beberapa gas buang yang dikeluarkan tidak melebihi ambang batas polusi yang telah diatur oleh pemerintah.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat atau kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat peralatan dan menyimpan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung dan tambahan-tambahan lain yang dirancang untuk mendukung kelancaran dari pelaksanaan proses produksi. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah sebagai berikut:

a. Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan di masa yang akan datang. Perluasan pabrik harus diperhitungkan sebelum masalah kebutuhan tempat menjadi masalah besar di masa yang akan datang. Sejumlah area khusus harus dipersiapkan untuk perluasan pabrik jika dimungkinkan pabrik menambah kapasitas produksi atau ingin mengolah bahan bahan baku sendiri, sehingga perlu adanya penambahan peralatan.

b. Harga Tanah

Harga tanah merupakan faktor yang membatasi kemampuan penyediaan awal. Jika harga tanah tinggi, maka diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemanfaatan tanah. Pemakaian tempat harus disesuaikan terhadap area yang tersedia. Jika perlu ruangan harus dibuat bertingkat, sehingga bisa dapat menghemat tempat.

c. Kualitas, Kuantitas dan Letak Bangunan

Kualitas, kuantitas, dan letak bangunan harus memenuhi standar bangunan pabrik yang meliputi, kekuatan fisik maupun kelengkapannya, misalnya ventilasi, insulasi, dan instalasi. Keteraturan dalam penempatan bangunan akan membantu kemudahan kerja dan perawatan.

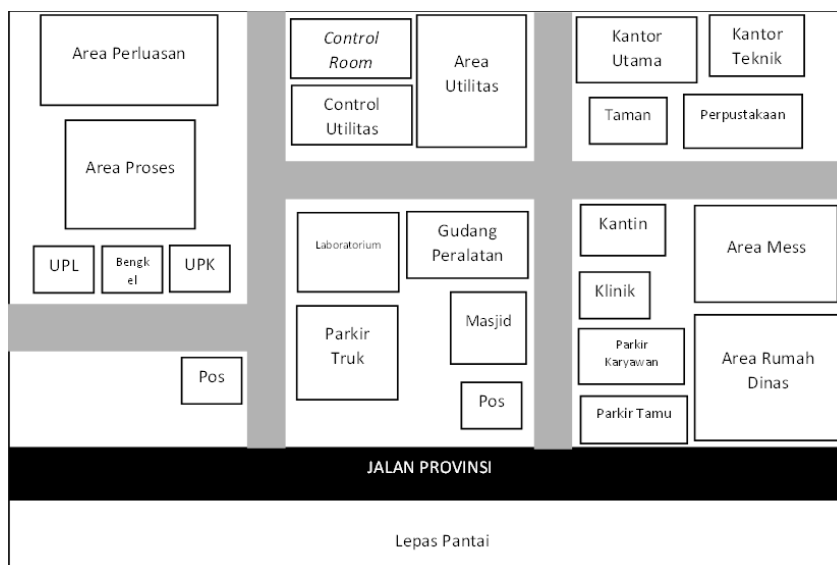
d. Faktor Keamanan

Faktor yang paling penting adalah keamanan. Walaupun telah dilengkapi dengan peralatan keamanan, seperti hidran, reservoir air, penahan ledakan, dan asuransi pabrik, faktor-faktor pencegah harus tetap disediakan, misalny tangki bahan baku, produk, dan bahan bakar harus

ditempatkan di area khusus dengan jarak antar ruang yang cukup sehingga dapat meminimalkan potensi terjadinya ledakan dan kebakaran.

e. Fasilitas Jalan

Jalan raya yang berfungsi sebagai jalur pengangkutan bahan baku, produk, dan bahan-bahan lainnya sangat diperlukan. Penempatan jalan tidak boleh mengganggu proses dan kelancaran distribusi.



Gambar 4. 2 Layout Pabrik



Gambar 4. 3 Layout Alat

4.2.1 Aliran Bahan Baku Produk

Jalur aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

4.2.2 Aliran Udara

Kelancaran aliran udara didalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau keadaan berhenti pada suatu tempat berupa akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan. Selain itu arah hembusan angin juga perlu diperhatikan

4.2.3 Pencahayaan

Pencahayaan atau penerangan pada seluruh area pabrik harus memadai. Terutama pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau memiliki resiko tinggi harus diberikan penerangan lebih.

4.2.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam perancangan layout peralatan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan supaya karyawan mendapatkan akses keseluruhan alat proses dengan cepat dan mudah. Sehingga apabila terjadi gangguan terhadap alat proses bisa segera diperbaiki. Selain itu, keamanan dan kesehatan karyawan juga menjadi prioritas yang tinggi dalam menjalankan tugasnya.

4.2.5 Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan dapat meminimalisir biaya operasi dan tetap menjamin kelancaran serta keamanan produk pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi

4.2.6 Jarak Antar Alat Proses

Dalam penempatan beberapa alat proses baiknya dipisahkan berdasarkan tekanan dan suhu. Untuk alat proses yang mempunyai tekanan dan suhu operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat lainnya, sehingga dapat menghindari jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut. Selain itu supaya tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

4.3 Neraca Massa dan Neraca Panas

4.3.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 1 Neraca Massa Total

KOMPONEN	ARUS (KG/JAM)																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
NH_2CONH_2					27722,2	27722,2				27722,2	27722,2	27722,2				27722,2						
H_2O	12354,1	12354,1			10719,3	10719,3				10719,3	10719,3	10719,3			10691,5	27,8		33,3	0,3	32,9	32,9	
$(\text{NH}_2\text{CO})_2\text{NH}$					369,6	369,6				369,6	369,6	369,6			341,9	27,8						
CO_2			21042,0	21042,0	44,0	44,0	160,9	160,9	160,9								160,9		1,6			
NH_3	6863,4	6863,4			34,0	34,0	124,8	124,8	124,8								124,8		1,2			
$\text{NH}_2\text{COONH}_4$					1686,2	1686,2				1478,5	1478,5	1478,5			1478,5						282,8	282,8
Udara													125048,2	125048,2	125048,2							
Total	19217,5	19217,5	21042,0	21042,0	40575,3	40575,3	285,7	285,7	285,7	40289,6	40289,6	40289,6	125048,2	125048,2	137560,0	27777,8	285,7	33,3	3,2	315,8	315,8	

4.3.2 Neraca Massa Per Alat

Tabel 4. 2 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Massa Input (Kg/Jam)			Massa Output (Kg/Jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 11	Arus 3
Urea	-	-	-	27722,2222
H2O	-	12354,1380	32,9493	10719,2593
Biuret	-	-	-	369,6296
CO2	21041,9892	-	-	44,0000
NH3	-	6863,4100	-	34,0000
Karbamat	-	-	282,8375	1686,2130
Udara	-	-	-	-
Total	21041,9892	19217,5841	315,7868	40575,3241

Tabel 4. 3 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	Massa Input (Kg/Jam)	Massa Output (Kg/Jam)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
Urea	27722,2222	-	27722,2222
H2O	10719,2593	-	10719,2593
Biuret	369,6296	-	369,6296
CO2	44,0000	160,9394	-
NH3	34,0000	124,7550	-
Karbamat	1686,2130	-	1478,5185
Udara	-	-	-
Total	40575,3241	285,6944	40289,6296

Tabel 4. 4 Neraca Massa Absorber (AB-01)

Komponen	Massa Input (Kg/Jam)		Massa Output (Kg/Jam)	
	Arus 4	Arus 9	Arus 10	Arus 11
Urea	-	-	-	-
H2O	-	33,28215	0,3328	32,9493
Biuret	-	-	-	-
CO2	160,9394	-	1,6094	-

NH3	124,7550	-	1,2476	-
Karbamat	-	-	-	282,8375
Udara	-	-	-	-
Total	285,6944	33,2821	3,1898	315,7868

Tabel 4. 5 Neraca Massa Prilling Tower (PT-01)

Komponen	Massa Input (Kg/Jam)		Massa Output (Kg/Jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8
Urea	27722,2222	-	27722,2222	-
H2O	10719,2593	-	27,7778	10691,4815
Biuret	369,6296	-	27,7778	341,8519
CO2	-	-	-	-
NH3	-	-	-	-
Karbamat	1478,5185	-		1478,5185
Udara	-	125048,162	-	125048,1619
Total	40289,6926	125048,162	27777,7778	137560,0137

4.3.3 Neraca Panas

Tabel 4. 6 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Q (6)	9,5885E+01	
Q (8)	3,9679E+04	
Q (9)	10148,1354	
Q (5)		1,1825E+04
Qserap		-5375609,65
Q reaksi		5,4137E+06
Total	4,9924E+04	4,9924E+04

Tabel 4. 7 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Q(umpan)	7274786,2058	
Q(reboiler)	-1689387,3373	

Q (bottom)		5627536,3391
Q (distilat)		60878,3250
Q (condenser)		-103015,7956
Total	5585389,868	5585398,868

Tabel 4. 8 Neraca Panas Absorber (AB-01)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Urea		
Air	4,8706E+03	4,8706E+01
Karbondioksida	4,0179E+04	0
Ammonia	2,1990E+04	2,1990E+02
Karbamat		2,7126E+04
Total Stream	6,7039E+04	3,2217E+04
Panas Pencampur	-3,0172E+04	
Pemanas		4,6507E+03
Total	36867,56	36867,56

Tabel 4. 9 Neraca Panas Prilling Tower (PT-01)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Urea	7274149,8531	1005377,5154
H2O	5177429,7268	230098,6243
Biuret	12243,8009	32425,9637
Panas Penguapan		5936634,7734
Panas Udara Masuk	4601675,4295	
Panas Udara Keluar		9860961,9335
Total	17065498,8102	17065498,8102

Tabel 4. 10 Neraca Panas HE-01

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Qin	476884,9867	
Qout		93479733,4859
Qsteam	93002848,4993	
Total	93479733,4859	93479733,4859

Tabel 4. 11 Neraca Panas HE-02

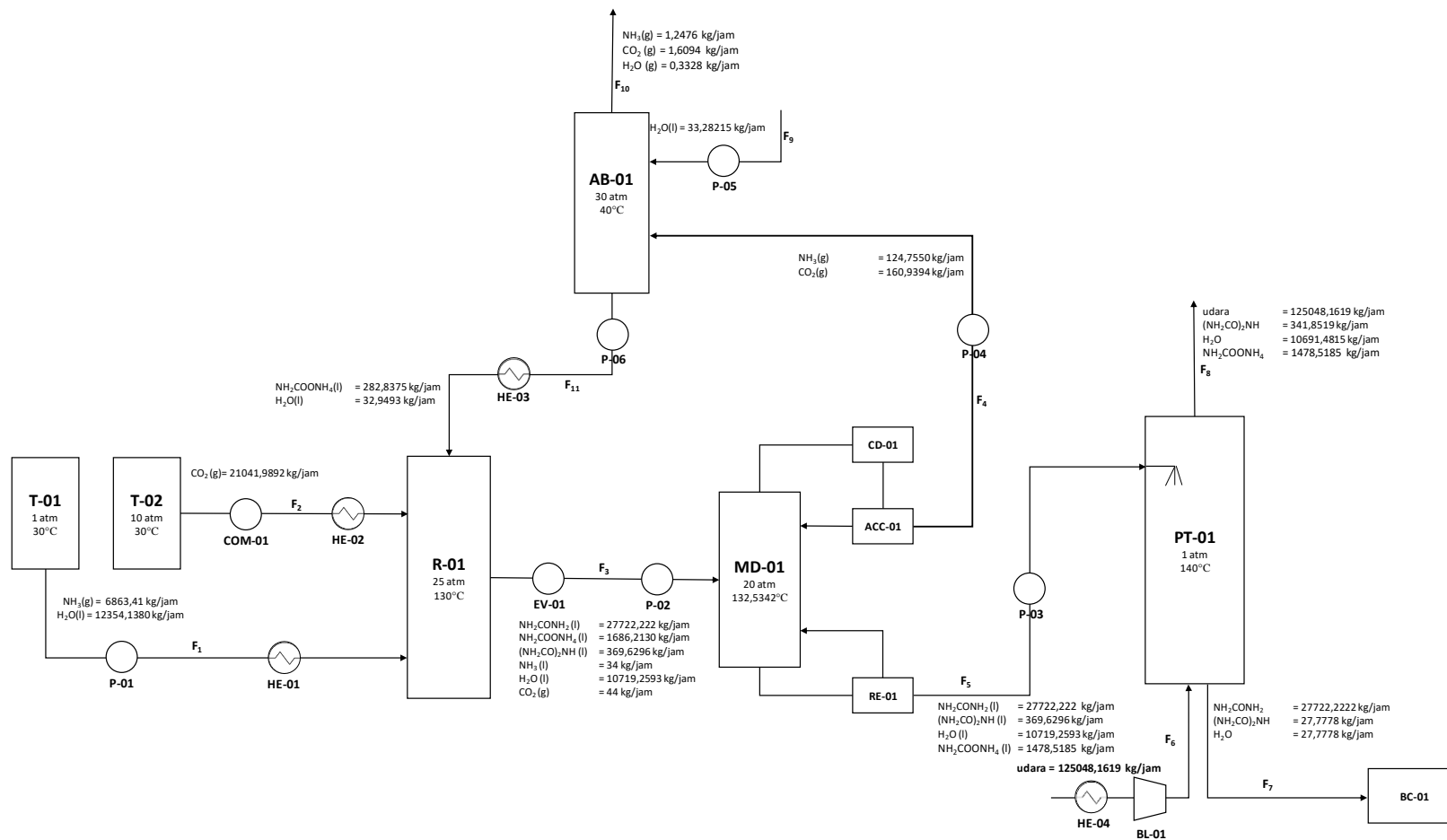
Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Qin	13638454,8229	
Qout		147344292,7201
Qsteam	133705837,8792	
Total	147344292,7201	147344292,7201

Tabel 4. 12 Neraca Panas HE-03

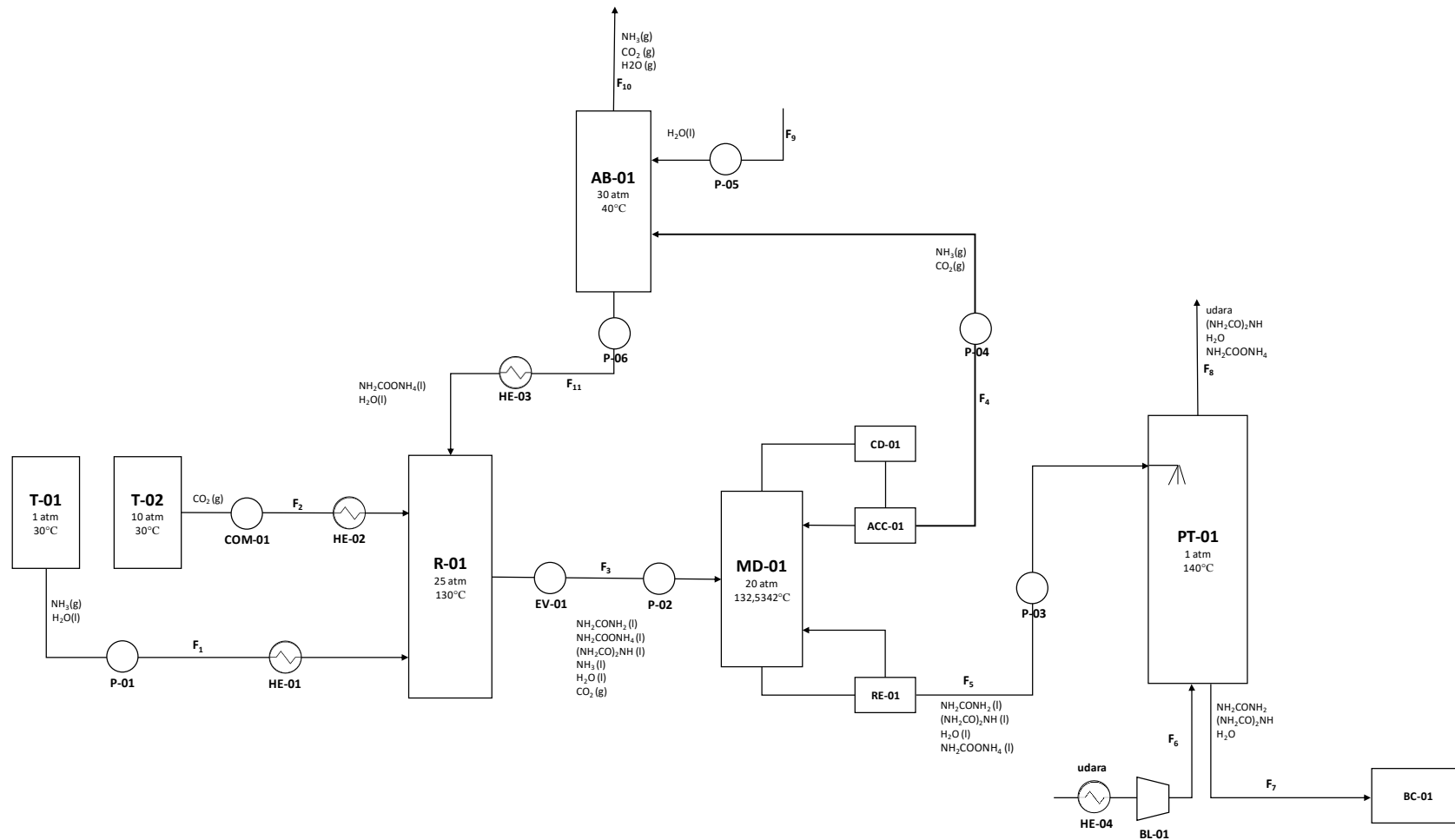
Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Qin	10769,1883	
Qout		538302,0904
Qsteam	527532,9022	
Total	538302,0904	538302,0904

Tabel 4. 13 Neraca Panas HE-04

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Qin	119,9472	
Qout		3387,5393
Qsteam	3267,5920	
Total	3387,5393	3387,5393



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kualitatif

4.4 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Utilitas berperan sebagai unit penunjang kelancaran pelaksanaan proses produksi, unit Utilitas menyediakan bahan-bahan dan alat penggerak peralatan yang ada pada proses produksi pabrik, Utilitas yang diperlukan pada Prarancangan Pabrik Urea adalah sebagai berikut :

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Istilah yang dikenal pada unit ini adalah Raw Water Treatment Plant (rwtp) yang memiliki tugas untuk menyediakan dan mengolah air bersih supaya dapat memenuhi kebutuhan air di pabrik.

2. Unit Pembangkit Steam

Pada unit pembangkit steam memiliki tugas untuk menyediakan kebutuhan steam sebagai media pemanas.

3. Unit Pembangkit Listrik

Pada unit Pembangkit Listrik bertugas sebagai memenuhi kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat proses, alat utilitas, alat elektronika, AC dan untuk penerangan pada pabrik.

4. Unit Penyedia Udara dan Instrumen

Pada unit ini memiliki tugas untuk memenuhi kebutuhan udara bersih.

5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit Pengadaan bahan bakar bertugas menyediakan kebutuhan bahan bakar di pabrik.

4.4.2 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

1. Unit Penyediaan Air

Pada unit Pengadaan Pengolahan Air atau yang sering dikenal dengan Raw Water Treatment Plant (RWTP) adalah sebuah proses pengolahan air baku menjadi air bersih karena air yang diambil dari alam masih banyak mengandung kotoran (impurities) yang terdiri dari suspended solid (impurities tidak terlarut) yang diolah pada proses klarifikasi dan dissolved solid (impurities terlarut) yang diolah pada proses demineralisasi. Dalam perancangan pabrik Urea ini, air dapat diperoleh dari laut terdekat yang nantinya dapat digunakan untuk keperluan di lingkungan pabrik, antara lain:

a. Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin dengan beberapa pertimbangan, yaitu:

- 1) Air dapat diperoleh dengan mudah dalam jumlah yang besar.
- 2) Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- 3) Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.
- 4) Tidak terdekomposisi.

Air yang digunakan sebagai pendingin tidak boleh mengandung zat-zat sebagai berikut:

- 1) Besi, yang dapat menimbulkan korosi,
- 2) Silika, yang dapat menyebabkan kerak,
- 3) Oksigen terlarut, yang dapat menyebabkan korosi,
- 4) Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya film corrosioninhibitor, menurunkan heat transfer coefficient dan dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.

b. Air Umpan Boiler

Merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan steam dan untuk kelangsungan proses, dalam pemanfaatannya, pada umumnya air masih mengandung larutan garam dan asam. Dalam penanganan air umpan boiler, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- 1) Zat yang menyebabkan korosi Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan asam dan gas-gas yang terlarut seperti O_2 , CO_2 , dan NH_3 ,
- 2) Zat yang menyebabkan kerak (scale forming) Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika

c. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan kantor, air minum, laboratorium serta rumah tangga. Syarat air sanitasi meliputi:

- 1) Suhu dibawah suhu udara luar

- 2) Warna jernih
- 3) Tidak berasa
- 4) Tidak berbau
- 5) Tidak mengandung zat organik maupun an-organik
- 6) Tidak beracun

d. Air Proses

Air Proses digunakan untuk kebutuhan proses pada area proses. Syarat air proses meliputi:

- 1) Tidak berasa
- 2) Berwarna jernih
- 3) Tidak berbau
- 4) Tidak mengandung zat organik maupun an-organik.

2. **Unit Pengolahan Air**

Air yang diperoleh dari laut terlebih dahulu diolah sebelum dipergunakan karena masih mengandung banyak kotoran seperti tanah, lumpur dan kotoran lainnya. Air baku mula-mula dilewatkan screener dan diumpankan ke bak pengendapan awal untuk mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai. Selanjutnya diumpankan ke *Reverse osmosis unit* untuk mengurangi konsentrasi garam. Berikutnya alirkan ke bak penggumpal yang mana telah diinjeksikan *aluminium sulfate* yang memiliki fungsi sebagai koagulan untuk menetralkan muatan negatif partikel dari suspensi solid sehingga tidak saling tolak menolak menjadi *pin*

flocc. Kemudian untuk menetralkan pH air setelah diinjeksikan *aluminium sulfate* dan diharapkan bisa mendapatkan pH air pada kisaran 6,4-6,7 maka diinjeksi dengan *caustic*.

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

a. *Reverse Osmosis*

Merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengolah air laut menjadi air yang dapat digunakan untuk proses, atau bahkan dikonsumsi. Pada metode ini digunakan filter berupa plat and frame membrane yang cocok digunakan untuk pengolahan air dalam kapasitas besar.

b. *Clarifier*

Proses yang terjadi di Clarifier adalah flokulasi yang merupakan sebuah proses penyatuan flok dari partikel yang sulit membentuk flok, sehingga dapat membentuk flok yang lebih berat untuk di blowdown, dan air bersih akan keluar dari Clarifier secara overflow, sedangkan flok yang terbentuk akan mengendap dan di blowdown secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

c. *Sand Filter*

Setelah melalui tahap Clarifier, air dimasukkan ke dalam sand filter untuk menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau terbawa bersama air saat proses di Clarifier, air keluar dari Sand Filter dialirkan ke dalam suatu tangki penampung

sementara. Selanjutnya dari tangki penampung sementara dialirkan sebagai air proses sebagai media pendingin, demineralisasi, dan sebagian dighunakan lagi untuk air keperluan umum atau air sanitasi.

d. Demineralisasi

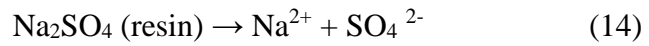
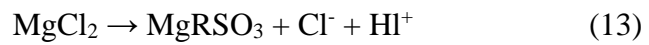
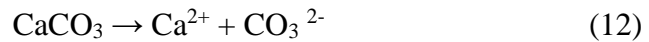
Untuk umpan boiler dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan, yaitu bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung dalam *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

Beberapa tahapan proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

1) *Cation Exchanger*

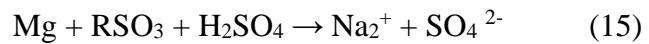
Cation Exchanger berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air seperti *Calcium* (Ca), *Magnesium* (Mg), *Natrium* (Na), *Potassium* (K), *Mangan* (Mn), *Iron* (Fe) diganti dengan ion H⁺ sehingga air yang keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H⁺, sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H⁺.

Reaksi :



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

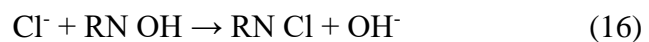
Reaksi:



2) *Anion Exchanger*

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

Reaksi:



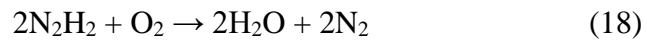
Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH. Reaksi:



3) Deaerasi

Deaerasi merupakan proses pembebasan air umpan boiler dari oksigen (O_2), air yang telah diproses melalui demineralisasi (polish water) akan dipompakan ke dalam

dearetor dan diinjeksikan oleh hidrazin (N₂H₄), bertujuan untuk meningkatkan oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat terbentuknya kerak (scale) pada tube boiler.



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

3. Kebutuhan Air

Kebutuhan air pada pabrik Urea dengan kapasitas 220.000 ton/tahun dapat dilihat pada tabel.

a. Air Pembangkit Steam

Tabel 4. 14 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama Alat	Jumlah (Kg/Jam)
R-01	567544,8331
HE-01	7538,406352
HE-02	18332,30139
HE-03	551,8659325
HE-04	6321,446914
Total	600288,8537

b. Air untuk Proses

Tabel 4. 15 Kebutuhan air untuk Proses

Nama Alat	Jumlah (Kg/Jam)
AB-01	119,10288
Total	119,10288

c. Penyediaan air untuk keperluan domestic

1) Air Kantor

- Jumlah Karyawan = 150 orang

- Kebutuhan air masing-masing = 50 kg/jam

Total kebutuhan air untuk semua karyawan = 767 kg/jam

2) Air untuk Mess

- Rencana mess yang didirikan = 30 rumah

- Mess diperkirakan dihuni orang sebanyak = 90 orang

- Perkiraan kebutuhan air setiap orang = 86 kg/hari

Total kebutuhan air untuk Mess = 21773 kg/hari

3) Air untuk umum

Perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum

(*Service water*) seperti bengkel, laboratorium, pemadam

kebakaran yaitu sebesar 700 kg/jam

Kebutuhan air total secara Kontinyu = 731590 kg/jam

4.4.3 Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik

1. Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses

Tabel 4. 16 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses

Nama Alat	Power (hp)
R-01	279111
P-01	0,6452
P-02	0,7446
P-03	0,7513
P-04	1,8877
P-05	1,8877
P-06	1,5298
P-07	0,2953
P-08	1,0000
P-09	0,7272
C-01	1750,00
BL-01	17,4800
BC-01	2,0000
TOTAL	280889,948

Kebutuhan listrik untuk keperluan alat proses = 280889,948 hp

Maka total power yang dibutuhkan = 209459598,1524 W

2. Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

Tabel 4. 17 Kebutuhan Listrik Utilitas

Nama Alat	Power (hp)
PU-01	2,6438
PU-02	4,9551
PU-03	7,8991
PU-04	5,5888
PU-05	1,7888
PU-06	2,9474
PU-07	0,0005
PU-08	0,4857
PU-09	0,4734
PU-10	0,0882
PU-11	0,7724
PU-12	2,2474
PU-13	1,9557
PU-14	2269,7816
Total	2301,6271

Jumlah kebutuhan listrik utilitas = 2301,6271 hp

Jumlah kebutuhan listrik untuk alat proses & utilitas =

2813191,5752 hp

Angka keamanan diambil 10% sehingga dibutuhkan = 311510,73

hp

- Kebutuhan listrik alat instrumentasi dan kontrol Jumlah kebutuhan listrik untuk alat instrumentasi dan kontrol

diperkirakan sebesar 5 %, dari kebutuhan alat proses dan utilitas
= 15575,54 hp

- Kebutuhan Listrik Laboratorium, Rumah Tangga, Perkantoran dan lain-lain. Jumlah kebutuhan listrik untuk laboratorium, rumah tangga perkantoran dan lain-lain, diperkirakan sebesar 25% dari kebutuhan alat proses dan utilitas = 77877,6825 hp

- Kebutuhan Listrik Total

Jumlah kebutuhan listrik total = 404963,9525 hp

Faktor daya diperkirakan = 80%

Energi listrik sebesar ini diperoleh dari PLN, namun disediakan generator cadangan 500 kW. Kebutuhan listrik pada pra rancangan pabrik Urea dipenuhi dari dua sumber yaitu PLN dan Generator diesel, Generator juga digunakan sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, generator yang digunakan adalah generator arus bolak balik dengan pertimbangan:

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan dengan transformer.

4.4.4 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Pompa

Tabel 4.18 Spesifikasi Pompa Utilitas

Kode	Fungsi	Jenis	Ukuran Pipa			Daya	Motor	Laju Alir
			ID (ft)	SCH	IPS (in)	Hp	Hp	gpm
PU-01	Mengalirkan air dari sungai menuju ke Screening	Sentrifugal	10,020	40	10	2,6438	5	773,6164
PU-02	Mengalirkan air dari bak penampungan awal menuju ke Reservoir/Sedimentasi	Sentrifugal	10,02	40	10	4,9551	7,5	734,9356
PU-03	Mengalirkan air dari Bak Reservoir (R-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)	Sentrifugal	10,020	40	10	7,8991	10	734,9356
PU-04	Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dari Flokulasi (BU-01) menuju ke Bak Pengendap I (BU-02)	Sentrifugal	10,020	40	10	5,5888	7,5	734,9356
PU-05	Mengalirkan air dari bak pengendap I (BU-02) menuju ke sand filter (F-01)	Sentrifugal	7,981	40	8	1,7888	3	663,2794
PU-06	Mengalirkan air dari sand filter (F-01) menuju ke bak penampung Sementara (BU-04)	Sentrifugal	7,981	40	8	2,9474	5	630,1154
PU-07	Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03) menuju Tangki Klorinasi (TU-02)	Sentrifugal	0,269	40	0,13	2,9474	5	0,0178
PU-08	Mengalirkan air dari tangki klorinasi (TU-02) ke tangki air bersih (TU-04)	Sentrifugal	3,068	40	3	0,4857	1	53,8713

PU-09	Mengalirkan air dari tangki air bersih menuju area domestik	Sentrifugal	3,680	40	3	0,4734	1	53,87
PU-10	Mengalirkan air dari Tangki air servis (TU-05) menuju ke tangki penampung NaCl (TU-06)	Sentrifugal	1,049	40	1	0,0882	1,5	3,6174
PU-11	Mengalirkan air dari tangki penampung NaCl (TU-08) ke mixed bed (TU-07)	Sentrifugal	2,067	40	2	0,7724	1	13,1094
PU-12	Mengalirkan air dari mixed bed (TU-07) menuju ke tangka air Demin (TU-09)	Sentrifugal	0,622	40	0,5	2,2474	3	53,8713
PU-13	Mengalirkan air dari tangka air demin (TU-09) menuju ke Tangki Deaerator (De-01)	Sentrifugal	0,622	40	0,50	1,9557	3	53,8713
PU-14	Mengalirkan air dari deaerator (De-01) menuju ke Boiler (Bo-01)	Sentrifugal	2,067	40	2	2269,7816	1,5	3722,5883

2. Penyediaan Air

a. Screening/Saringan (FU-01)

Kode	: FU-01
Fungsi	: Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, seperti daun, ranting, dan sampah lainnya.
Bahan	: Alumunium
Jumlah air yang diolah	: 898.201 kg/jam
Dimensi	
- Diameter	: 1 cm
- Panjang	: 10 ft
- Lebar	: 8 ft

b. Reservoir/Sedimentasi

Kode	: Re-01
Fungsi	: Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi
Bentuk Alat	: Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Jumlah air yang diolah	: 853.291 kg/jam
ws (suspense solid)	: 725,2972 kg/jam
Q design	: 1024,8199 m ³ /jam
Dimensi	
- Volume	: 6148,9158 m ³
- Tinggi	: 11,5411 m
- Panjang	: 23,0821 m

- Lebar : 23,0821 m

c. Bak koagulasi dan flokulasi

Kode : BU-01
Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa disperse koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran
Volume bak : 1023,9489 m³
Dimensi
- Diameter : 10,9262 m
- Tinggi : 10,9262 m
Jenis pengaduk : *Marine Propeller 3 blade*
Di : 3,6421 m
Zi : 2,7316 m
Zt : 9,8336 m
w : 0,3642 m
WELH : 9,8336 m
Jumlah impeller : 1
Power motor : 2 hp

d. Tangki Larutan Alum

Kode : (TU-01)
Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi
Konsentrasi alum : 425 ppm
dlm air
Jenis tangki : Tangki silinder tegak
Volume : 7,3110 m³

Dimensi

- Diameter : 1,7745 m
- Tinggi : 3,5491 m

e. Bak Pengendap 1

- Kode : (BU-02)
- Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi
- Bentuk Bak : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
- Turbidity* : 850 ppm
- ws : 725,2972 kg/jam
- Q design : 1024,8193 m³/jam
- Volume : 6148,9158 m³
- Dimensi
- Tinggi : 11,5411 m
 - Panjang : 23,0821 m
 - lebar : 23,0821 m

f. Bak Pengendap II

- Kode : (BU-03)
- Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (kesempatan flokulasi ke 2)
- Bentuk Bak : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
- Turbidity* : 850 ppm

ws : 689,0323 kg/jam
Q design : 973,5783 m³/jam
Volume : 5841,4700 m³
Dimensi
- Tinggi : 11,3454 m
- Panjang : 22,6908 m
- lebar : 22,6908 m

g. Sand Filter

Kode : F-01
Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai yang tidak dapat mengendap pada Bak Pengendap
Jumlah air yg diolah : 770095 kg/jam
V (kec. Penyaringan) : 0,0089 ft³/ft².s
Material : Spheres
Porositas : 0,4
Spericity : 1
A : 78,7522 m²
V : 103,4270 m³
Dimensi
- Tinggi : 2,9570 m
- Panjang : 5,9141 m
- Lebar : 5,9141 m

h. Bak Penampung Sementara

Kode : BU-03

Fungsi : Menampung sementara ram water setelah disaring di sand filter
Alat : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin
Kapasitas : 731,5902 m³/jam
Volume : 877,9082 m³
Dimensi
- Tinggi : 6,0320 m
- Panjang : 12,0640 m
- Lebar : 12,0640 m

i. Tangki Klorinasi

Kode : TU-01
Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga
Bentuk : Tangki silinder berpengaduk
Kapasitas : 731,5902 m³/jam
Volume : 731,5902 m³
Kebutuhan Kaporit : 5,2598 kg
Volume tangki : 877,9109 m³
Dimensi
- Tinggi : 1,3506 m
- Diameter : 1,3506 m

j. Tangki Air Bersih

Kode : TU-04
Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Bentuk Alat : Tangki silinder tegak
Kapasitas : 10,4245 m³/jam
V tangki : 300,2245 m³
Dimensi
- Tinggi : 7,2587 m
- Diameter : 7,2587 m

k. Tangki Service Water

Kode : TU-05
Fungsi : Menampung air untuk keperluan layanan umum
Bentuk : Tangki silinder tegak
Kapasitas : 0,7000 m³/jam
V tangki : 20,1600 m³
Dimensi
- Diameter : 2,9504 m
- Tinggi : 2,9504 m

l. Tangki Air Bertekanan

Kode : TU-06
Fungsi : Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum
Bentuk : Tangki silinder tegak
Kapasitas : 0,7000 m³/jam
V tangki : 20,1600 m³
Dimensi
- Diameter : 2,9504 m
- Tinggi : 2,9504 m

m. Mixed Bed

Kode	: TU-07
Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO ₄ dan NO ₃
Kapasitas	: 3171,5911 gpm
A	: 634,3182 ft ²
Volume bed	: 59,8730 m ³
Tinggi tangka	: 1,2192 m
V bak resin	: 21143940,6782 grain
t operasi	: 11 jam
Bahan tangki	: <i>Stainless steel</i>
f	: 13750,00
E	: 0,8500
C	: 0,1250 in
P	: 14,7000 psi
D	: 341,1144 in
ri	: 170,5572 in
ts	: 0,3397 in

n. Tangki Nacl

Kode	: TU-08
Fungsi	: Menampung/menyimpan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger
Bentuk Alat	: Tangki silinder
V tangki	: 239,7677 m ³
Dimensi	
- Diameter	: 6,7345 m

- Tinggi : 6,7345 m

o. Tangki Air Dermin

Kode : TU-09
Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga
Bentuk Alat : Tangki silinder tegak
Kapasitas : 10,4245 m³/jam
V tangki : 300,2245 m³
Dimensi
- Tinggi : 7,2587 m
- Diameter : 7,2587 m

p. Deaerator

Kode : De-01
Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada reboiler
Bentuk : Tangki silinder tegak
Kapasitas : 10,4245 m³/jam
V tangki : 12,5094 m³
Dimensi
- Tinggi : 2,5165 m
- Diameter : 2,5165 m

4.5 Organisasi Perusahaan

4.5.3 Bentuk Perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu:

1. Perusahaan perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.
2. Persekutuan firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggungjawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.
3. Persekutuan Komanditer (Commanditaire Venootshaps) yang biasa disingkat dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masingnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggungjawab sebatas dengan modal yang dimasukan saja).
4. Peseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggungjawab sebesar modal yang dimiliki.

Dengan pertimbangan diatas, Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik Urea Formaldehid ini adalah :

- Bentuk Perusahaan : Peseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri Urea

- Lokasi Perusahaan : Luwuk Banggai, Sulawesi Tengah

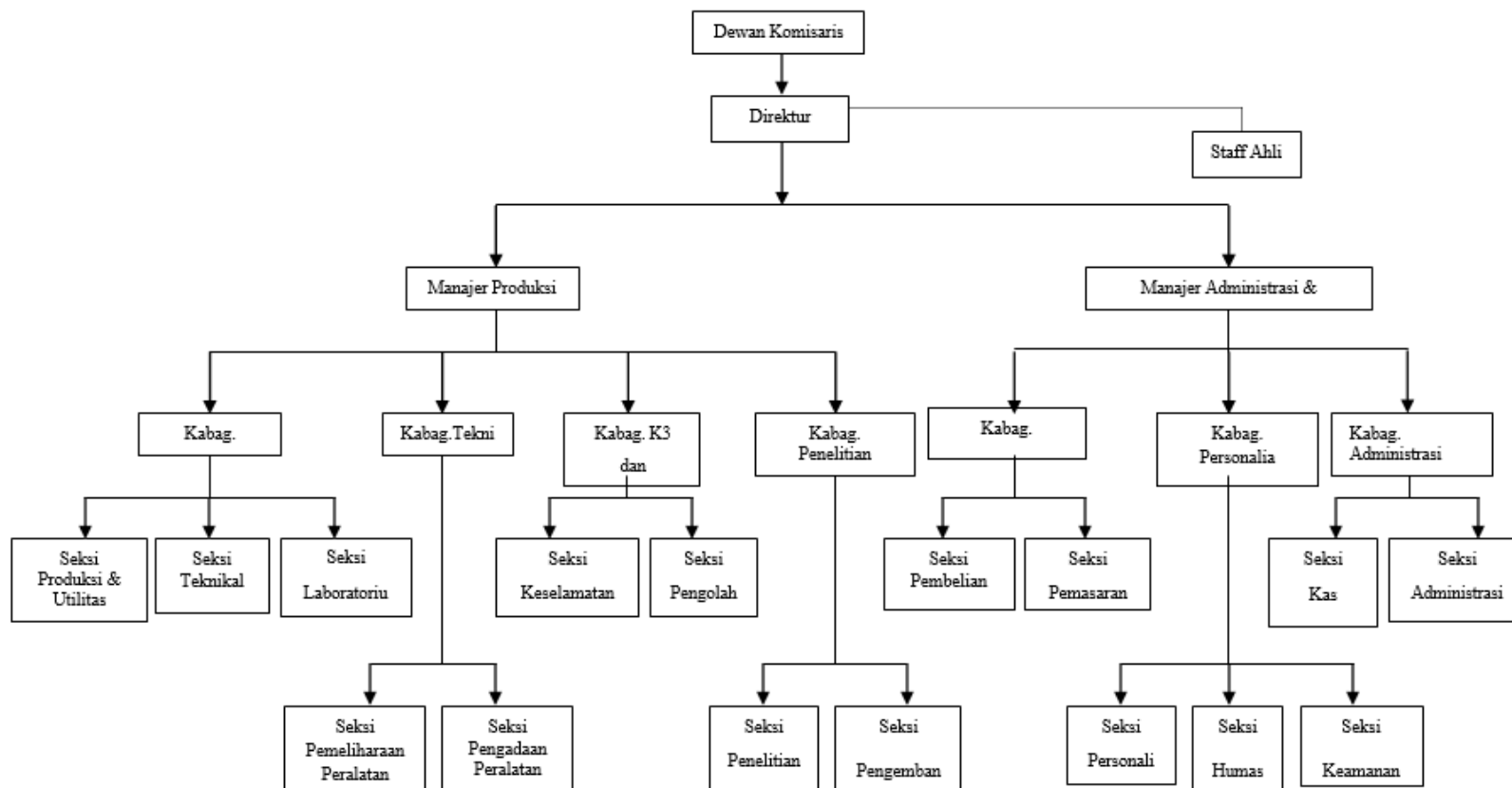
Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor, sebagai berikut :

1. Kemudahan mendapatkan modal. Penjualan saham merupakan sumber pendapatan modal yang besar dan mudah dilaksanakan. Modal dibagi dalam saham-saham, sehingga memungkinkan ikut sertanya orang yang ingin memasukkan modal dalam jumlah kecil dan tidak menghalangi pemasukan modal berjumlah besar, sehingga mudah bergerak di pasar modal dan efektif dalam pengumpulan modal dengan jalan menjual saham.
2. Wewenang dan tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah manajer beserta stafnya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan pergantian pemegang saham, manajer beserta stafnya dan karyawan perusahaan.
5. Efektivitas manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris dan manajer yang cakap dan berpengalaman.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah:

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undangundang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan.

4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 4. 6 Struktur Organisasi Perusahaan

Ada 2 kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Dewan komisaris mewakili para pemegang saham dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Direktur bertugas untuk menjalankan perusahaan yang dibantu oleh Manajer Produksi dan Manajer Umum. Manajer Produksi memimpin bagian teknik dan operasi, sedangkan Manajer Umum memimpin kelancaran dan pemasaran. Manajer memimpin kepala bagian dan kepala bagian akan membawahi kepala seksi. Kepala seksi ini akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan. Untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- Menjelaskan dan menjernihkan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain
- Bahan orientasi untuk pejabat.

- Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- Penyusunan program pengembangan manajemen

Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan perusahaan. Mereka adalah pemilik perusahaan dan mempunyai kekuasaan tertinggi dalam perusahaan.

Tugas dan wewenang pemegang saham :

- a. Memilih dan memberhentikan komisaris
- b. Meminta pertanggungjawaban kepada dewan komisaris

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris sebagai wakil dari para pemegang saham dan semua keputusan dipegang dan ditentukan oleh rapat persero. Biasanya yang menjadi ketua dewan komisaris adalah ketua dari para pemegang saham yang dipilih dari rapat umum pemegang saham.

Tugas dan wewenang dewan komisaris :

- a. Memilih dan memberhentikan Manager
- b. Mengawasi Manager
- c. Menyetujui atau menolak rencana kerja yang diajukan oleh
Manager

- d. Mempertanggungjawabkan perusahaan kepada pemegang saham.

3. Direktur Utama

Direktur Utama adalah pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur membawahi Manajer Produksi dan Manajer Umum.

Tugas Direktur Umum meliputi:

- a. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- b. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- c. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan Rapat Mengkoordinir kerjasama dengan Manajer Produksi dan Manajer Umum.

4. Manager

Manajer merupakan tenaga yang membantu Direktur di dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada Direktur. Manajer dibagi menjadi dua bagian yaitu:

a. **Manager Produksi**

- Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang operasi dan Teknik.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.
- Manajer Umum Tugasnya: Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

5. Staff Ahli

Staf Ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik, administrasi, maupun hukum. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas Staf Ahli meliputi:

- a. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
- b. Mengadakan evaluasi di bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
- c. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

6. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan.

a. Kepala Bagian Operasi Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam kelancaran produksi dan bidang mutu.

Kepala Bagian Operasi membawahi:

1. Seksi Produksi dan Utilitas Tugasnya meliputi:

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- Mengawasi jalannya proses dan produksi.
- Bertanggung jawab atas ketersediaan sarana utilitas untuk menunjang kelancaran proses produksi.

2. Seksi Teknikal

Tugasnya meliputi:

- Pengendalian operasi pabrik sehingga dicapai produksi sesuai dengan yang dikehendaki.
- Bekerja sama dengan Seksi Produksi dan Utilitas dalam menangani gangguan yang mungkin terjadi.

3. Seksi Laboratorium

Tugasnya meliputi:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa produk. Mengawasi kualitas buangan pabrik

b. Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab kepada Manajer Produksi. Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

1. Seksi Pemeliharaan Peralatan

Tugasnya meliputi:

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki peralatan pabrik.

2. Seksi Pengadaan Peralatan

Tugasnya meliputi:

- Merencanakan penggantian alat.
- Menentukan spesifikasi peralatan pengganti / peralatan baru yang akan digunakan.

c. Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan

Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang K3 dan pengolahan limbah.

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan membawahi:

1. Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Tugasnya meliputi:

- Melaksanakan dan mengatur segala hal untuk menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja yang memadai dalam perusahaan.
- Menyelenggarakan pelayanan kesehatan terhadap karyawan terutama di poliklinik.
- Melakukan tindakan awal pencegahan bahaya lebih lanjut terhadap kejadian kecelakaan kerja.

- Menciptakan suasana aman di lingkungan pabrik serta penyediaan alat-alat keselamatan kerja.

2. Seksi Pengolahan Limbah

Tugasnya meliputi:

- Memantau pengolahan limbah yang dihasilkan perusahaan
- Memantau kadar limbah buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan.

d. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan perusahaan Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang) membawahi:

1. Seksi Penelitian

Tugasnya meliputi:

- Melakukan penelitian untuk peningkatan efisiensi dan efektifitas proses produksi serta peningkatan kualitas produk.

2. Seksi Pengembangan

Tugasnya meliputi:

- Merencanakan kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan perusahaan baik dari segi kapasitas, keperluan plant, pengembangan pabrik maupun dalam struktur organisasi perusahaan.

e. Kepala Bidang Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Kepala Bagian Pemasaran membawahi.

1. Seksi Pembelian

Tugasnya meliputi:

- Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli
- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

2. Seksi Pemasaran

Tugasnya meliputi:

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- Mengatur distribusi barang dari gudang.

f. Kepala Bidang Bagian Administrasi dan keuangan

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang administrasi dan keuangan. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan membawahi:

1. Seksi Administrasi

Tugasnya meliputi:

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak

2. Seksi Kas

Tugasnya meliputi:

- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
- Menghitung penggunaan uang perusahaan, dan membuat prediksi keuangan masa depan.

g. Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi:

1. Seksi Personalia Tugasnya meliputi:

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

2. Seksi Humas

Tugasnya meliputi:

- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.

3. Seksi Keamanan dan Ketertiban

Tugasnya meliputi:

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

h. Kepala Bagian Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab terhadap Kepala Bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

Rencana Kerja

Dalam kegiatan operasi, pabrik beroperasi selama 24 jam secara kontinyu setiap hari selama 330 hari dalam setahun. Pembagian jam kerja dibedakan berdasarkan status karyawan, yaitu karyawan shift dan non shift.

a. Karyawan *shift*

Karyawan shift merupakan tenaga yang secara langsung menangani produksi. Kelompok kerja shift ini dibagi menjadi 3 shift sehari, masing-masing bekerja selama 8 jam, sehingga harus dibentuk 4 kelompok dimana setiap hari 3 kelompok bertugas dan 1 kelompok istirahat, dengan pengaturan shift sebagai berikut:

Shift I (pagi) : jam 07.00 – 15.00 WIB

Shift II (siang) : jam 15.00 – 23.00 WIB

Shift III (malam) : jam 23.00 – 07.00 WIB

Tabel 4. 19 Pembagian Kerja menurut Shift

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	I	I	I		II	II	II		III	III	III	
B		II	II	II		III	III	III		I	I	I
C	II		III	III	III		I	III	I		II	I
D	III	III		I	II	I		II	II	II		III

Keterangan:

A, B, C, D : Kelompok *shift*



: Libur

b. Karyawan non *shift*

Karyawan non shift merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi, yang termasuk kelompok ini adalah kepala seksi ke atas, staff seksi, dan semua karyawan bagian umum. Karyawan non shift bekerja selama 5 hari kerja dalam seminggu dan libur pada hari sabtu dan minggu serta hari-hari libur nasional. Seminggu total kerjanya 45 jam seminggu.

Dengan peraturan sebagai berikut:

Senin – Kamis : Jam 07.30 – 16.30 WIB

Jam 12.00 – 13.00 WIB (istirahat)

Jumat : Jam 07.30 – 17.00 WIB

Jam 11.00 – 13.30 WIB (istirahat)

4.6.3 Sistem Penggajian Karyawan

1. Sistem gaji pegawai di perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu

a. Gaji Bulanan

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

b. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan. Besarnya gaji didasarkan atas ketentuan sebagai berikut :

- 1) Segi jabatan / golongan
- 2) Segi tingkat Pendidikan
- 3) Segi pengalaman kerja / keahlian dan masa kerja
- 4) Segi lingkungan yang berhubungan dengan resiko kerja

2. Fasilitas dan Jaminan Sosial

Untuk meningkatkan kesejahteraan para karyawan maka perusahaan selain memberikan gaji bulanan juga memberikan fasilitas dan jaminan berikut :

- a. Tunjangan istri / suami
- b. Tunjangan anak
- c. Cuti selama 12 hari tiap tahun dan mendapat uang cuti sebesar 1 bulan gaji.

3. Fasilitas dinas yang diberikan pada karyawan atau pimpinan perusahaan sesuai dengan kemajuan dan keuntungan dari perusahaan.

- a. Fasilitas air bersih
- b. Fasilitas kesehatan bagi karyawan, istri, atau suami dan anak

- c. Memberikan pakaian kerja 2 buah lengkap dengan alat-alat untuk perlindungan terhadap keselamatan kerja sebanyak 2 kali dalam setahun
- d. Fasilitas transportasi berupa bus pegawai bagi karyawan yang rumahnya jauh dari lokasi
- e. Fasilitas peribadatan berupa masjid di lingkungan perusahaan
- f. Memberikan uang bonus tiap tahun yang besarnya disesuaikan dengan keuntungan perusahaan dan memberikan uang tunjangan hari raya.
- g. Memberikan asuransi kepada karyawan berupa asuransi kesehatan, asuransi kecelakaan, dan asuransi hari tua.

Tabel 4. 18 Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur Utama	1	40,000,000	40,000,000
2	Direktur Produksi & Teknik	1	30,000,000	30,000,000
3	Direktur Keuangan & Umum	1	30,000,000	30,000,000
4	Staff Ahli	1	30,000,000	30,000,000
5	Ka. Bag. Produksi	1	25,000,000	25,000,000
6	Ka. Bag. Teknik	1	25,000,000	25,000,000
7	Ka. Bag. Pemasaran	1	25,000,000	25,000,000
8	Ka. Bag. Keuangan & Administrasi	1	25,000,000	25,000,000
9	Ka. Bag. Umum	1	25,000,000	25,000,000
10	Ka. Bag. K3 & Litbang	1	25,000,000	25,000,000
11	Ka. Sek. Proses	1	20,000,000	20,000,000
12	Ka. Sek. Pengendalian	1	20,000,000	20,000,000
13	Ka. Sek. Laboratorium	1	20,000,000	20,000,000
14	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	20,000,000	20,000,000
15	Ka. Sek. Utilitas	1	20,000,000	20,000,000
16	Ka. Sek. Pembelian	1	20,000,000	20,000,000

17	Ka. Sek. Pemasaran	1	20,000,000	20,000,000
18	Ka. Sek. Administrasi	1	20,000,000	20,000,000
19	Ka. Sek. Kas	1	20,000,000	20,000,000
20	Ka. Sek. Personalia	1	20,000,000	20,000,000
21	Ka. Sek. Humas	1	20,000,000	20,000,000
22	Ka. Sek. Keamanan	1	20,000,000	20,000,000
23	Ka. Sek. K3	1	20,000,000	20,000,000
24	Ka. Sek. Litbang	1	20,000,000	20,000,000
25	Karyawan Proses	6	10,000,000	60,000,000
26	Karyawan Pengendalian	3	10,000,000	30,000,000
27	Karyawan Laboratorium	4	10,000,000	40,000,000
28	Karyawan Pemeliharaan	3	10,000,000	30,000,000
29	Karyawan Utilitas	5	10,000,000	50,000,000
30	Karyawan Pembelian	2	10,000,000	20,000,000
31	Karyawan Pemasaran	2	10,000,000	20,000,000
32	Karyawan Administrasi	2	10,000,000	20,000,000
33	Karyawan Kas	2	10,000,000	20,000,000
34	Karyawan Personalia	2	10,000,000	20,000,000
35	Karyawan Humas	2	10,000,000	20,000,000
36	Karyawan Keamanan	4	10,000,000	40,000,000
37	Karyawan K3	3	10,000,000	30,000,000
38	Karyawan Litbang	3	10,000,000	30,000,000
39	Operator	100	7,000,000	700,000,000
40	Supir	5	4,500,000	22,500,000
41	Librarian	2	4,500,000	9,000,000
42	<i>Cleaning service</i>	5	4,300,000	21,500,000
43	Dokter	2	9,000,000	18,000,000
44	Perawat	4	6,500,000	26,000,000
45	Montir	5	4,500,000	22,500,000
Total		189	700,300,000	1,769,500,000
				\$ 123,534.36

4.6.4 Kesejahteraan Karyawan

Salah satu faktor dalam meningkatkan efektifitas kerja pada perusahaan ini adalah kesejahteraan bagi karyawan. Kesejahteraan

karyawan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain meliputi:

1. Tunjangan

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

2. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
- b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter

3. Pakaian Kerja

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

4. Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja ditanggung perusahaan.
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijakan

perusahaan.

5. Jaminan Sosiasl Tenaga Kerja (Jamsostek)

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila karyawannya lebih dari 10 orang.

4.6 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan Analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (estimation) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi dari suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya keuntungan yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dana layak atau tidak didirikan. Dalam hal ini evaluasi ekonomi ada beberapa faktor yang ditinjau yaitu:

1. *Return on investment*
2. *Pay out time*
3. *Discounted cash flow*
4. *Breakeven point*
5. *Shut down point*

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

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)

Meliputi:

a. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

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

b. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

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

2. Penentuan biaya total (*Total Production Cost*)

Meliputi:

a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing Cost merupakan jumlah direct, indirect, dan fixed manufacturing cost, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton (Tabel 23), manufacturing cost meliputi:

- *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

- *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran – pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik

- *Fixed Cost*

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

- Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

General Expenses atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk manufacturing cost.

3. Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya Tetap (*fixed cost*)
- b. Biaya Variabel (*variable cost*)
- c. Biaya Mengambang (*regulated cost*)

4.7.2 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan yang menunjang proses produksi pabrik selalu berubah-ubah setiap tahunnya karena dipengaruhi oleh kondisi ekonomi, harga peralatan pada tahun rencana pabrik didirikan yaitu tahun 2024 dapat ditentukan dengan menggunakan index harga pada tahun tersebut, Index harga pada tahun analisa yaitu tahun 2017 dapat ditentukan dengan persamaan regresi linier terhadap index-index harga tahun sebelumnya,

Tabel 4. 21 Harga Index

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1991	361.3
2	1992	358.2

3	1993	359.2
4	1994	368.1
5	1995	381.1
6	1996	381.7
7	1997	386.5
8	1998	389.5
9	1999	390.6
10	2000	394.1
11	2001	394.3
12	2002	395.6
13	2003	402
14	2004	444.2
15	2005	468.2
16	2006	499.6
17	2007	525.4
18	2008	575.4
19	2009	521.9
20	2010	550.8
21	2011	585.7
22	2012	584.6
23	2013	567.3
24	2014	576.1
25	2015	556.8
26	2016	561.7
27	2017	567.5
28	2018	614.6
29	2019	607.5

Persamaan regresi linear yang diperoleh adalah: $y = 10.362x - 20300$. Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2026 sebesar 693.412

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 2007 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

Ex: Harga alat dengan kapasitas diketahui

Ey: Harga pembelian pada tahun referensi

Nx: Index harga pada tahun 2025

Ny: Index harga pada tahun referensi

4.7.3 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan dilakukan untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial untuk didirikan atau tidak. Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

1. *Percent Return on Investment*

Percent Return on Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan

$$ROI\ b = \frac{\text{keuntungan sebelum pajak} \times 100\%}{\text{Fixed Capital}}$$

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

Dengan :

$$ROI\ a = \% \text{ ROI sebelum pajak}$$

$$ROI\ b = \% \text{ ROI sesudah pajak}$$

Nilai ROI minimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 11% dan ROI minimum untuk pabrik beresiko tinggi adalah 40%. (Aries and Newton, 1955).

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$D = \frac{\textit{Fixed Capital}}{\textit{Keuntungan sebelum pajak} + \textit{Depresiasi}}$$

Untuk pabrik beresiko rendah selama 5 tahun, sedangkan untuk pabrik beresiko tinggi selama 2 tahun. (Aries and Newton, 1955).

3. *Break Event Point* (BEP)

Break Event Point adalah titik impas dimana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan maupun kerugian

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

Dengan :

Fa = Fixed Capital pada produk maksimum per tahun

Ra = Regulated Expense pada produksi maksimum

Sa = Penjualan maksimum per tahun

Va = Variable Expense pada produksi maksimum per tahun

4. *Shut Down Point* (SDP)

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

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

4.8 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Urea	= 220.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2026
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 14.323,-
Harga bahan baku (CO2)	= Rp 525.407.869.698
Harga bahan baku (NH3)	= Rp 1.466.449.466.835
Harga jual (Urea)	= Rp 2.659.671.036.000

4.9 Perhitungan Biaya

4.9.1 Capital Investment

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

Capital investment terdiri dari:

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

Tabel 4. 22 Physical Plant Cost (PPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 17.607.926.354	\$ 1.226.649
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 4.401.981.589	\$ 306.662
3	Instalasi cost	Rp 2.777.950.451	\$ 195.525
4	Pemipaan	Rp 4.091.920.106	\$ 285.062
5	Instrumentasi	Rp 4.383.604.554	\$ 305.382
6	Insulasi	Rp 659.656.314	\$ 45.955
7	Listrik	Rp 2.289.030.426	\$ 159.464
8	Bangunan	Rp 82.335.000.000	\$ 5.735.832
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 225.000.000	\$ 15.675
Total PPC		Rp 118.772.069.794	\$ 8.274.205

Tabel 4. 23 Direct Plant Cost (DPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 29.693.017.449	\$ 2.068.551
Total (DPC + PPC)		Rp 148.465.087.243	\$ 10.342.756

Tabel 4. 24 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 148.465.087.243	\$ 10.342.756
2	Kontraktor	Rp 14.846.508.724	\$ 1.034.276
3	Biaya tak terduga	Rp 37.116.271.811	\$ 2.585.689
Fixed Capital Investment (FCI)		Rp200.427.867.778	\$ 13.962.720

b. Working Capital Investment

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

Tabel 4. 25 Working Capital Investment (WCI)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
----	-----------------	------------	------------

1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 103.547.784.174	\$ 7.213.611
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 172.966.180.290	\$ 12.049.614
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 125.793.585.666	\$ 8.763.355
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 143.545.000.000	\$10.000.000
5	<i>Available Cash</i>	Rp 125.793.585.666	\$ 8.763.355
Working Capital (WC)		Rp 671.646.135.796	\$ 46.789.936

4.9.2 Manufacturing Cost

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

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

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

Tabel 4. 26 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 1,139,025,625,919	\$ 79,518,961
2	<i>Labor</i>	Rp 1.489.500.000	\$ 103.765
3	<i>Supervision</i>	Rp 148.950.000	\$ 10.377
4	<i>Maintenance</i>	Rp 10.021.393.389	\$ 698.136
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 1.503.209.008	\$ 104.720
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 15.789.950.000	\$ 1.100.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 14.367.291.196	\$ 1.000.891
Direct Manufacturing Cost (DMC)		Rp 1.182.345.919.512	\$ 82.367.614

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*.

Tabel 4. 27 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Payroll Overhead	Rp 297.900.000	\$ 20.753
2	Laboratory	Rp 223.425.000	\$ 15.565
3	Plant Overhead	Rp 1.117.125.000	\$ 77.824
4	Packaging and Shipping	Rp 173.689.450.000	\$12.100.000
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp 175.327.900.000	\$12.214.142

c. *Fixed Cost*

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

Tabel 4. 28 *Fixed Manufacturing Cost*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 20.042.786.778	\$ 1.396.272
2	Property taxes	Rp 4.008.557.356	\$ 279.254
3	Insurance	Rp 2.004.278.678	\$ 139.627
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp26.055.622.811	\$1.815.154

Tabel 4. 29 *Manufacturing Cost*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp1.182.345.919.512	\$82.367.614
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp 175.327.900.000	\$12.214.142

3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 26.055.622.811	\$1.815.154
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp1.383.729.442.323	\$96.396.910

4.9.3 General Expense

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

Tabel 4. 30 *General Expense*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 31,579,900,000	\$ 2.200.000
2	<i>Sales expense</i>	Rp 47,369,850,000	\$ 3.300.000
3	<i>Research</i>	Rp 44.211.860.000	\$ 3.080.000
4	<i>Finance</i>	Rp 17.441.480.071	\$ 1.215.053
<i>General Expense (GE)</i>		Rp 140.603.090.071	\$ 9.795.053

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapat total biaya produksi dengan:

$$\begin{aligned} \text{Total production cost} &= \text{Manufacturing Cost} + \text{General Expense} \\ &= \mathbf{Rp 1,524,332,532,394} \end{aligned}$$

Tabel 4. 31 *Total Production Cost*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 1,383,729,442,323	\$ 96.396.910
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 140.603.090.071	\$ 9.795.053
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp 1.524.332.532.394	\$ 106.191.963

4.10 Analisa Kelayakan

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

4.10.1 Percent Return of Investment

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

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

Didapatkan hasil 27,27% pada ROI sebelum pajak dan 20,45 % pada ROI setelah pajak. Dengan syarat ROI sebelum pajak yang ideal untuk membangun pabrik kimia dengan resiko rendah adalah range 11%-44%. (Aries and Newton, 1955)

4.10.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya Capital Investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan

berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan relatif.

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

Diperlukan 3,3 tahun untuk dapat profit setelah mengembalikan modal serta di potong pajak. Dengan syarat POT sebelum pajak yang ideal untuk membangun pabrik kimia dengan resiko rendah adalah range 2-5 tahun. (Aries and Newton, 1955).

4.10.3 Break Even Point (BEP)

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

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

Dalam hal ini:

Fa: Annual Fixed Manufacturing Cost pada produksi maksimum

Ra: Annual Regulated Expenses pada produksi maksimum

Va: Annual Variable Value pada produksi maksimum

Sa: Annual Sales Value pada produksi maksimum

Dari rumus diatas, didapat nilai BEP sebesar 57,07%. Dengan syarat BEP yang ideal untuk pabrik kimia adalah antara range 40-60%.

4.10.4 Shut Down Point (SDP)

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

Shut Down Point (SDP) adalah suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain Variable Cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar Fixed Cost. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup. Didapat persen SDP sebesar 36,61%.

4.10.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) merupakan elativ kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak elativ pada akhir tahun selama umur pabrik. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat

membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak relatif pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan untuk menentukan DCFR:

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

Dimana

FC : Fixed capital

WC : Working capital

SV : Salvage value

C : Cash flow

: profit after taxes + depresiasi + finance

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

Diperoleh nilai DCFR sebesar Rp. 2,136,810,535,018

4.10.6 Analisa Keuntungan

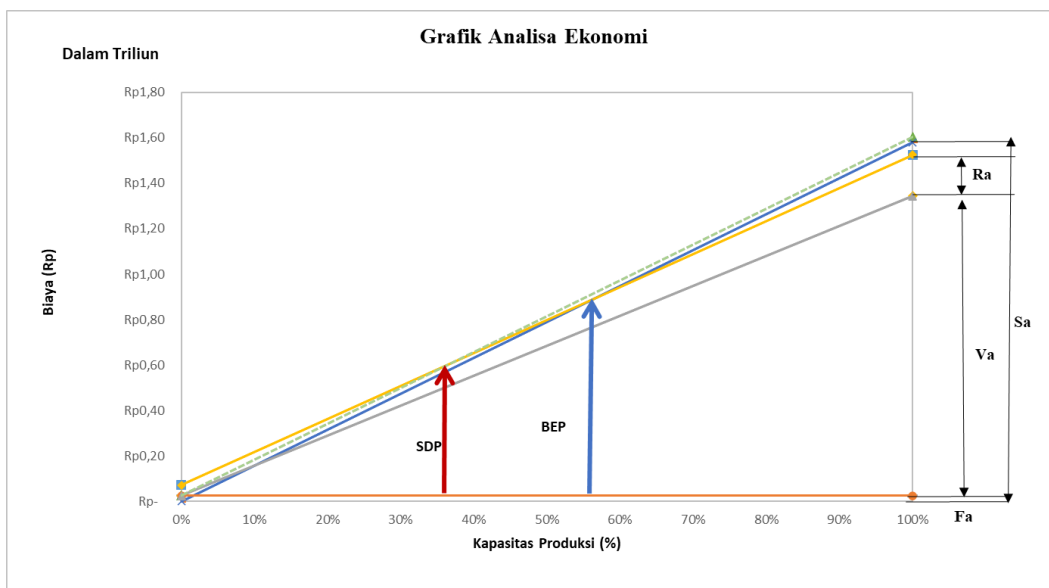
Total Penjualan = Rp. 1,575,634,500,000

Total Production Cost = Rp. 1,511,734,730,101

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 63,899,769,899.00

Pajak Pendapatan = 25%

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 51.119.815.919



Gambar 4. 7 Grafik Analisa Ekonomi

BAB V

PENUTUP

5.7 Kesimpulan

1. Pendirian pabrik Urea diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Urea dalam negeri terutama untuk provinsi Sulawesi dan sekitarnya sehingga dapat mengurangi jumlah impor dan juga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.
2. Prarancangan pabrik Urea dengan kapasitas 220.000 ton/tahun akan didirikan dikawasan elative dengan luas tanah sebesar 82.335 m² dengan jumlah pekerja 150 orang.
3. Dari hasil analisis ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik Urea adalah layak untuk didirikan karena memiliki elative perekonomian yang elative baik :
 - a. ROI sebelum pajak 27,27 % dan sesudah pajak 20,45 %.
 - b. POT sebelum pajak 2,7 tahun dan sesudah pajak 3,3 tahun
 - c. BEP sebesar 57,07 % kapasitas produksi
 - d. SDP sebesar 36,61 %
 - e. DCFR sebesar 9,85 %. Maksimum 1,5 x bunga bank.
 - f. Keuntungan yang didapatkan setelah pajak yaitu sebesar Rp51.119.815.919/tahun

5.8 Saran

1. Dalam tugas perancangan pabrik sebaiknya, mahasiswa meningkatkan waktu membaca buku referensi sejak dini, sehingga terbiasa dan dapat mempermudah dalam pencarian referensi.
2. Dalam tugas perancangan pabrik, sebaiknya mahasiswa telah mempersiapkan judul yang akan digunakan pada semester sebelumnya sehingga dapat memperdalam, atau bahkan mulai menyusun beberapa bab di dalamnya, sehingga dapat mempersingkat waktu pengerjaan.
3. Selain itu, mempersiapkan judul secepat mungkin juga dapat mencegah terjadinya saling rebut judul dengan teman seangkatan.
4. Dalam pemilihan judul, sebaiknya mahasiswa mempertimbangkan tingkat kesulitan judul, dalam arti ketersediaan data yang di butuhkan dalam perancangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D., "Chemical Engineering Cost Estimation", Mc.Graw Hill Book Company, New York, 1955
- Austin, Proses Industri Kimia, McGrawHillBook Company : New York
- Austin, T. George. 1984. "Shreve's Chemical Process Industries". Fifth Edition. McGraw-Hill Book Company. New York , 1997
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., "Chemical Engineering", volume 6, 1976
- Direktorat Jendral Pajak, "Pengenaaan Pajak Penghasilan", Jakarta, 2019
- Dente, M., dkk., "Gas-Liquid Reactor in the Synthesis of Urea", Permagon Press Ltd. Great Britain, 1992
- Efendi, "Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan". KANISIUS (Anggota IKAPI). Yogyakarta, 2003
- Evans, F.I., "Equipment Design Hand Book for Refineries and Chemical Plants", volume 2, Gulf Publishing. Co, Houston, 1974
- Froment, G.F., and Bischoff, K. B., " Chemical Reactor Analysis and Design " , John Wiley & Sons., Inc., New York , 1979
- Kirk, R.E and Othmer, D.F., "Ensyyclopedia of Chemical Technologi", volume 21, John Wiley and Sons. Inc, New York, 1969
- Kirk, R.E and Othmer, D.F., "Ensyyclopedia of Chemical Technologi", John Wiley and Sons. Inc, New York, 1995
- Kirk, R.E and Othmer, D.F., "Ensyyclopedia of Chemical Technologi", John Wiley and Sons. Inc, New York, 1998

Kirk, R.E and Othmer, D.F., “Encyclopedia of Chemical Technology”, John Wiley and Sons. Inc, New York, 2007

Kern, D.Q., “Process Heat Transfer”, Mc.Graw Hill, Kogakusha. Ltd, Tokyo, 1950

Livenspiel, O., “Chemical Reaction Engineering”, 2nd Ed, John Wiley and Sons. Inc, New York, 1975

Ludwig, E.E., “Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant”, Volume II dan III, Houston, Texas, 1964

McCabe, L and Smith, J.C., “Unit Operation of Chemical Processing and Design”, volume 20 No.3, 1974

Perry, R.H and Chilton, C.H., “Chemical Engineering Hand Book”, 6th Ed, McGraw Hill, Kogakusha, Tokyo, 1985

Peter, M.S and Timmerhaus, K.D., “Plant Design and Economics for Chemical Engineers”, 3rd Ed, McGraw Hill. Inc, Singapore, 1980

Rase, H.F., “Chemical Reactor Design for Process Plants”, volume I, John Wiley and Sons. Inc, New York, 1977

Smith, J.M. and Van Ness, H.C., “Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic”, 4th ed., McGraw-Hill Book Co., New York. , 1987

Ullmann’s, “Encyclopedia of Industrial Chemistry”, vol.A11, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 2002

US Patent 3,929,878, “Decomposition of Ammonium Carbamate”, 1975

Walas, S.M., “Chemical Process Equipment”, 3rd ed., Butterworths series in chemical engineering, USA , 1988

Yaws, C.L., "Chemical Properties Handbook", McGraw Hill Companies Inc., USA,
1999

<http://www.appi.or.id/> di akses pada 20 Oktober 2021

<http://www.alibaba.com> di akses pada 15 Maret 2022

<https://dir.indiamart.com> di akses pada 15 Maret 2022

<https://molychem.com> diakses pada 15 Maret 202

LAMPIRAN A

LAMPIRAN A

REAKTOR (R-01)

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi pembentukan Urea dari CO₂ dan NH₃

Kondisi Operasi :

- Suhu : 130 °C
- Tekanan : 25 atm

Kinetika Reaksi :

Kinetic data for urea hydrolysis at atmospheric pressure.

Temperature (°C)	k (min ⁻¹)	n	n (average)	R^2
120	0.0553	0.97		0.98
130	0.0602	0.98	1	0.99
140	0.088	0.97		0.95
150	0.090	0.98		0.94

- k : 0,0602 min⁻¹
- E : 59,85 kJ/mol
- A : 3.9x10⁶ min⁻¹

Tujuan :

1. Menentukan volume reaktor (R-01)
2. Menentukan diameter dan tinggi reaktor (R-01)
3. Merancang pengaduk
4. Merancang jaket pemanas

Langkah-langkah dalam perancangan Reaktor (R-01) adalah:

1. Menghitung Neraca Massa di sekitar Reaktor (R-01)

Komponen	Massa Input (Kg/Jam)			Massa Output (Kg/Jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 11	Arus 3
Urea	-	-	-	27722,2222
H ₂ O	-	12354,14	32,9493	10719,2593
Biuret	-	-	-	369,6296
CO ₂	21041,98	-	-	44,0000
NH ₃	-	6863,41	-	34,0000
Karbamat	-	-	282,8375	1686,2130
Udara	-	-	-	-
Total	21041,98	21041,9892	315,7868	40575,3241

2. Menghitung Neraca Panas di sekitar Reaktor (R-01)

Tabel Panas Reaksi Pembentukan:

Komponen	$\Delta H^{\circ}f$ (kJ/mol)
Urea	-333,6
Air	-241,8
Biuret	0
Karbon-dioksida	-393,5
Ammonia	-45,9
Karbamat	-645,05

Neraca Panas Bahan Masuk dan Keluar

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Q (6)	9,5885E+01	Q (5)	1,1825E+04
Q (8)	3,9679E+04	Qserap	-5375609,65
Q (9)	10148,1354	Qreaksi	5,4137E+06
Total	4,9924E+04	Total	4,9924E+04

3. Menghitung Konstanta Laju Reaksi

Reaksi berlangsung dalam keadaan steady state dalam reaktor pada waktu tinggal tertentu dengan konversi X. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi orde 1, dimana persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = k \cdot C_A$$

Keterangan :

-r_A : laju reaksi

k : konstanta laju reaksi (min⁻¹)

C_i : konsentrasi masing-masing komponen (kmol/m³)

Dengan:

$$C_A = C_{A0} (1 - X_A)$$

Sehingga:

$$-r_A = k \cdot [C_{A0}(1 - X_A)] \dots \dots (1)$$

(Levenspiel third ed.)

Flow rate masuk reaktor:

Dengan:

k : konstanta laju reaksi

C_A : konsentrasi reaktan, mol/m³

T : waktu operasi (jam)

X : konversi reaksi

$$\begin{aligned} F_V &: F_{VA0} + F_{VB0} \\ &= 21,9940 + 29,5119 \\ &= 51,5059 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4. Optimasi Reaktor

komponen	ρ (kg/m ³)	BM (kg/kmol)	mA	mB	F _{AD}	F _{BD}	F _{VD}	F _{VD}	xi	$\rho_i \cdot x_i$ (kg/m ³)
			kg/jam	kg/jam	kmol/jam	kmol/jam	m ³ /jam	m ³ /jam		
Urea	1320	60								
Air	1000	18	12974,17543		720,7875		12,97418		0,318907	318,9065
Biuret	1467	103							0	0
CO ₂	713	44		20236,87		459,9288		28,3827	0,497424	354,6634
NH ₃	730	17	7148,323799		420,4896		9,792224		0,175707	128,2657
Karbamat	1380	78	323,9543124		4,15326		0,23475		0,007963	10,9887
Total			20446,45354	20236,87	1145,43	459,9288	23,00115	28,3827	1	812,8244

$$k = 0,0602 \text{ l/min}$$

$$= 3,612 \text{ l/jam}$$

$$x = 0,75$$

$$F_v = 51,5059 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,8584 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Mencari konversi di tiap reaktor

$$v = 3,00E+01 \text{ m}^3$$

$$x_0 = 0$$

$$x_1 = 0,75$$

1 reaktor :

$$V \text{ coba} = 42,7790 \text{ m}^3$$

$$x_0 = 0$$

$$x_1 = 0,75$$

2 reaktor:

$$V_2 \text{ coba} = 6,0813 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 6,0813 \text{ m}^3$$

$$x_0 = 0,49$$

$$x_1 = 0,64$$

$$x_2 = 0,75$$

3 reaktor:

$$V_3 \text{ coba} = 3,5718 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 3,5718 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 3,5718 \text{ m}^3$$

$$x_0 = 0,51$$

$$x_1 = 0,6091$$

$$x_2 = 0,6874$$

$$x_3 = 0,75$$

4 reaktor:

$$V_4 \text{ coba} = 2,5186 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 2,5186 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 2,5186 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 2,5186 \text{ m}^3$$

$$x_0 = 0,52$$

$$x_1 = 0,5928$$

$$x_2 = 0,6539$$

$$x_3 = 0,7058$$

$$x_4 = 0,75$$

5 reaktor:

$V_5 \text{ coba} = 1,9430 \text{ m}^3$

$V_4 = 1,9430 \text{ m}^3$

$V_3 = 1,9430 \text{ m}^3$

$V_2 = 1,9430 \text{ m}^3$

$V_1 = 1,9430 \text{ m}^3$

$x_0 = 0,53$

$x_1 = 0,5833$

$x_2 = 0,6332$

$x_3 = 0,6772$

$x_4 = 0,7159$

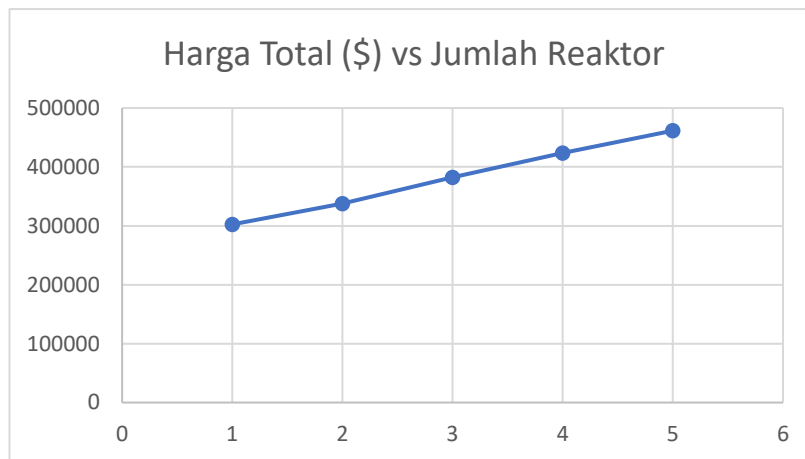
$x_5 = 0,75$

n	V1 (gallon)	V2	V3	V4	V5
1	11301,0061				
2	1606,4987	1606,4987			
3	943,5719	943,5719	943,5719		
4	665,3505	665,3505	665,3505	665,3505	
5	513,2904	513,2904	513,2904	513,2904	513,2904

n	x0	x1	x2	x3	x4	x5
1	0,00	0,75				
2	0,49	0,64338	0,75			
3	0,51	0,6091	0,6874	0,75		
4	0,52	0,5928	0,6539	0,7058	0,75	
5	0,53	0,5833	0,6332	0,6772	0,7159	0,75

Harga reaktor:

n	V (gallon)	Harga (\$)	Harga Total (\$)
1	11301,0061	302400	302400
2	1606,4987	168900	337800
3	943,5719	127400	382200
4	665,3505	105900	423600
5	513,2904	92300	461500



Ditinjau dari harga, maka digunakan 1 buah reaktor dengan volume 11273,23 gallon.

5. Menghitung Dimensi Reaktor

$$F_v = 51,5059 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$k = 0,0602 \text{ min}^{-1} = 3,612 \text{ jam}^{-1}$$

$$x = 0,75$$

$$F_{A0} = 1098,3296 \text{ kmol/jam}$$

$$F_{B0} = 478,2270 \text{ kmol/jam}$$

$$C_{A0} = 21,32435459 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_{B0} = 9,284901604 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_{A0+B0} = 30,6092562 \text{ kmol/m}^3$$

$$V = 29,98947494 \text{ m}^3$$

$$= 1059,069311 \text{ ft}^3$$

$$= 7922,379574 \text{ gallons}$$

Overdesign recommended is 20%

$$\begin{aligned}V \text{ reaktor} &= 35,98736993 \text{ m}^3 \\ &= 1270,883173 \text{ ft}^3 \\ &= 9506,855489 \text{ gallons}\end{aligned}$$

$$H = 1,5D$$

$$V_{\text{head}} = 0,000049 \text{ ID}^3$$

$$V \text{ reaktor} = V \text{ shell} + V_{\text{head}}$$

$$V \text{ reaktor} = 0,25 \times \text{phi} \times D^2 \times H + 0,000049D^3$$

$$V \text{ reaktor} = 0,25 \times \text{phi} \times D^2 \times 1,5D + 0,000049D^3$$

$$V \text{ reaktor} = 0,375 \times \text{phi} \times D^3 + 0,000049D^3$$

$$D^3 = 1270,883173 / (0,375 \times 3,14 + 0,000049)$$

$$D^3 = 1079,261392 \text{ ft}^3$$

$$D = 10,25751625 \text{ ft}$$

$$D = 123,090195 \text{ in}$$

$$D = 3,126490954 \text{ m}$$

$$H = 15,38627438 \text{ ft}$$

$$H = 184,6352926 \text{ in}$$

$$H = 4,689736431 \text{ m}$$

Tekanan

$$V \text{ cairan} = h_{\text{cairan}} \times 0,25 \times \text{phi} \times D^2$$

$$29,9895 = h_{\text{cairan}} \times 0,25 \times 3,14 \times 9,7749$$

$$h_{\text{cairan}} = 3,9083 \text{ m}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \rho \times g \times h \text{ cairan}$$

$$P \text{ hidrostatik} = 389,1670 \times 9,8 \times 3,9083$$

$$P \text{ hidrostatik} = 14905,5142 \text{ Pa}$$

$$P \text{ hidrostatik} = 2,1619 \text{ psia}$$

$$P \text{ operasi} = 367,399 \text{ psia}$$

Tebal silinder

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{fE - 0,6P} + C = \frac{P \cdot D_i}{2(fE - 0,6P)} + C$$

Bahan konstruksi : Plate steel SA-240 grade S 304

<i>Allowable Stress</i> (f)	= 75000 psia
Efisiensi Sambungan (E)	= 80%
<i>Corrosion Allowance</i> (C)	= 0,125 in
Diameter dalam reaktor (Di)	= 123,0902 in
Jari-jari dalam reaktor (ri)	= 61,54509752 in
Tekanan (P)	= 369,5609 psia
t _s	= 0,5055 in = 0,012839314 m
t _s standar	= 0,25 in = ¼ in (Brownell pg 88)
OD	= ID + 2 t _s
OD	= 123,090195 + 2(0,25)
OD	= 123,590195 in = 3,139190954 m
OD standar	= 96 in
icr	= 5,875 in
r	= 96 in
ID	= 95,5000 in = 7,9538 ft = 2,4257 m
H	= 907904,6992 in = 75658,7249 ft = 23060,7994 m
V	= 6500049541 in ³ = 3761602,744 ft ³ = 106516,728 m ³

Tebal head (Brownell, eq 7.76, pg 138)

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

$$W = 1,7606$$

$$t_h = \frac{Pr_c W}{2fE - 0,2P} + C$$

$$th = 0,6458 \text{ in} = 0,0164042 \text{ m}$$

$$th \text{ standar} = 0,66666667 \text{ (1 2/3 in)} = 0,016933$$

$$SF = 1 \frac{1}{2} - 2 \frac{1}{4} = 1,5 \text{ in} = 0,038100076 \text{ m (Brownell pg 93)}$$

$$ID = (OD - 2th) = 94,6667 \text{ in} = 2,404533333 \text{ m}$$

$$a = (ID/2) = 47,3333 \text{ in}$$

$$BC = (r - icr) = 90,125 \text{ in}$$

$$AB = (a - icr) = 41,4583 \text{ in}$$

$$b = 15,9767 \text{ in} = 0,405809995 \text{ m}$$

$$AO = SF + b + th$$

$$AO = 1,5 + 15,97673949 + 0,6667$$

$$AO = 18,1434 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi reaktor total} = H + 2 AO$$

$$\text{Tinggi reaktor total} = 184,6353 + 2(18,1434)$$

$$\text{Tinggi reaktor total} = 220,9221 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi reaktor total} = 5,6114 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi reaktor total} = 18,4102 \text{ ft}$$

Dimensi pengaduk

Jenis : turbin impeller with 6 blades

Viskositas cairan

Komp.	m	xi	μi	xi.μi
Urea	0,0000	0,0000	1,0641E+00	0,0000E+00
Air	12387,087	0,3053	1,3611E-01	4,1551E-02
Biuret	0	0,0000	1,0000E+00	0,0000E+00
CO ₂	21041,9892	0,5186	4,2756E-06	2,2173E-06
NH ₃	6863,4100	0,1692	7,2477E-03	1,2260E-03
Karbamat	282,8375	0,0070	4,8321E-02	3,3683E-04
total				4,3116E-02 cP 0,104301629 lb/ft hr 2,89727E-05 lb/ft s

dari brown fig.477 hal 507	
Dt/Di	3
Zi/ Di	0,75 - 1,3
w/Di	0,17
L	0,25 Di
B	0,2 Di

Diameter dalam tangka (Dt)	= 7,9583 ft	= 95,5 in	= 2,4257 m
Diameter impeller (Di)	= 2,6528 ft	= 31,83 in	= 0,8086 m
Jarak pengaduk dari dasar tangka (Zi)	= 2,1222 ft	= 25,47 in	= 0,6468 m
Lebar pengaduk (w)	= 0,4510 ft	= 5,41 in	= 0,1375 m
Panjang blade (L)	= 0,6632 ft	= 7,96 in	= 0,2021 m
Lebar Baffle (B)	= 0,5306 ft	= 6,37 in	= 0,1617 m

Kecepatan putar pengaduk

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

WELH	= 28657,1585 ft	= 343885,9 in	= 8734,7019 m
N	= 5293,8528 rpm	= 88,2309 rps	

Jml turbin = 3600,8995

Jml pengaduk = 3633 buah

Re = n x Di² x rho / viskositas

Re = 88,2309 x 7,0372 x 0,0067 / 2,9E-05

Re = 143634,5722

Np = 1,49 (Rase, table 8.7)

Menghitung Power (*Brown, pg 507*)

$$Power = \frac{\rho \cdot N^3 \cdot D_i^5 \cdot P_o}{550 \cdot gc}$$

Po = 1,49 (*Rase, table 8.7*)

Daya = 173540 Hp

Pdesign = 190895 Hp = 142350,4277 kWH

Pdesign = 7,5000 Hp (standart mAh) (*Wallas, hal 292*)

6. Menghitung Tebal Isolasi Reaktor

Dari Fig 11.68 pg. 11.70 Perry, 1984 digunakan isolasi dengan bahan *Calcium silicate* dengan suhu dinding isolasi diinginkan:

Ts = 300 °C = 572°F

Dari Fig. 11.65 pg. 11-69 Perry, 1984 diperoleh:

Konduktifitas termal isolasi (ks) = 0,58 Btu/jam.ft.°F = 1,0038234 W/mK

L = tinggi silinder + tinggi bottom + tinggi head

Maka,

L = Z_R+2(b+Sf) = 19,30 m = 63,31 ft = 759,76 in

Bahan isolasi	= <i>Calcium silicate</i>
Qloss	= -5375609,65 kJ/jam = -1493225 Watt
Tebal dinding reaktor	= 0,012839314 m
Jari-jari ID (R ₁)	= 1,202266667 m
Jari-jari OD (R ₂)	= 3,139190954 m
Panjang area (L)	= 19,30 m
Luas area ID (A ₁)	= 145,704395 m
Luas area OD (A ₂)	= 380,4429844 m
Luas area logaritmik (A _{ALM})	= 244,5814151 m
Temp. bagian dalam (T ₁)	= 130°C
Temp. bagian luar (T ₂)	= 300°C
Kond. Termal material reaktor (K _A)	= 16,69 W/mK
Kond. Termal material isolasi (K _B)	= 1,0038234 W/mK
Resistance A (R _A)	= 0,0004744496
Temperature interface (T ₂)	= 2680,707033 K

Menghitung tebal isolasi

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{(R_2 - R_1)/(K_A \cdot A_{ALM})} = \frac{T_2 - T_3}{(R_3 - R_2)/(K_B \cdot A_{BLM})} \quad [\text{Geankoplis, persamaan 4.3-5, hal 225}]$$

Dimana :

$$R_A = \frac{R_2 - R_1}{K_A \cdot A_{ALM}} \quad \text{dan} \quad R_B = \frac{R_3 - R_2}{K_B \cdot A_{BLM}}$$

Maka :

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{R_A} = \frac{T_2 - T_3}{R_B} \quad \text{Atau} \quad Q = \frac{T_1 - T_3}{R_A + R_B}$$

$$\text{Maka,} \quad R_B = \frac{T_1 - T_3}{Q} - R_A \quad \text{dan} \quad \frac{R_3 - R_2}{K_B \cdot A_{BLM}} = \frac{T_1 - T_3}{Q} - R_A$$

Dimana :

$$A_{BLM} = \frac{A_3 - A_2}{\ln\left(\frac{A_3}{A_2}\right)} \quad \text{Dan} \quad \begin{aligned} A_3 &= 2\pi R_3 L \\ A_2 &= 2\pi R_2 L \end{aligned}$$

Maka :

$$\frac{R_3 - R_2}{K_B \left(\frac{2\pi R_3 L - 2\pi R_2 L}{\ln\left(\frac{2\pi R_3 L}{2\pi R_2 L}\right)} \right)} = \frac{T_1 - T_3}{Q} - R_A \quad \frac{R_3 - R_2}{K_B \left(\frac{2\pi L (R_3 - R_2)}{\ln\left(\frac{R_3}{R_2}\right)} \right)} = \frac{T_1 - T_3}{Q} - R_A$$

$$\frac{\ln\left(\frac{R_3}{R_2}\right)}{K_B \cdot 2\pi L} = \frac{T_1 - T_3}{Q} - R_A \quad \ln\left(\frac{R_3}{R_2}\right) = \left(\frac{T_1 - T_3}{Q} - R_A\right) \times (2\pi L K_B)$$

$$R_3 = e^{\left(2\pi L K_B \times \left(\frac{T_1 - T_3}{Q} - R_A\right)\right)} \times R_2$$

Jari-jari OD insulasi (R₃) = 3,18 m = 10,44 ft

Tebal isolasi (R₃-R₂) (dr) = 0,042 m = 4,23 cm

7. Menghitung Jacket Pemanas Reaktor

Massa steam = 128897,8034 kg/jam

Rho steam = 7,851758794 kg/m³

Q steam = 16416,42424 m³/jam

Ditentukan waktu tinggal steam pada jacket = 15 mnt = 0,25 jam

Maka volume jacket :

V_j = Q_{steam} x t

V_j = 4104,106061 m³

$V_j = \frac{1}{4}\pi \cdot D_j^2 \cdot H_j - \frac{1}{4}\pi \cdot D_T^2 \cdot Z_R$ Dimana, H_j = 1,5D_j maka

$V_j = \frac{1}{4}\pi [D_j^2(1.5D_j) - (D_T^2 \cdot Z_R)] \Rightarrow \frac{V_j}{4\pi} + (D_T^2 \cdot Z_R) = 1.5D_j^3$

$D_j = \left[\frac{V_j}{6\pi} + (D_T^2 \cdot Z_R) \right]^{1/3}$

$$D_j = 6,306801618 \text{ m}$$

$$\text{Tebal jacket} = \frac{D_j - D_T}{2} = 1,940550809 \text{ m}$$

8. Menghitung Diameter Optimum Reaktor

- Diameter pipa aliran masuk reaktor

$$\text{Flow massa feed (m)} = 40683,31863 \text{ kg/jam} = 11,3009 \text{ kg/s}$$

$$\text{Densitas camp. (rho)} = 812,8244 \text{ kg/m}^3$$

Coulson, 1987

$$D_{opt} = 226 m^{0.5} \rho^{-0.35}$$

$$D_{opt} = 72,86 \text{ mm} = 0,07 \text{ m} = 2,87 \text{ in}$$

- Diameter pipa aliran keluar reaktor

$$\text{Flow massa output (m)} = 40683 \text{ kg/jam} = 11,3009 \text{ kg/s}$$

$$T_{out} = 403,15\text{K}$$

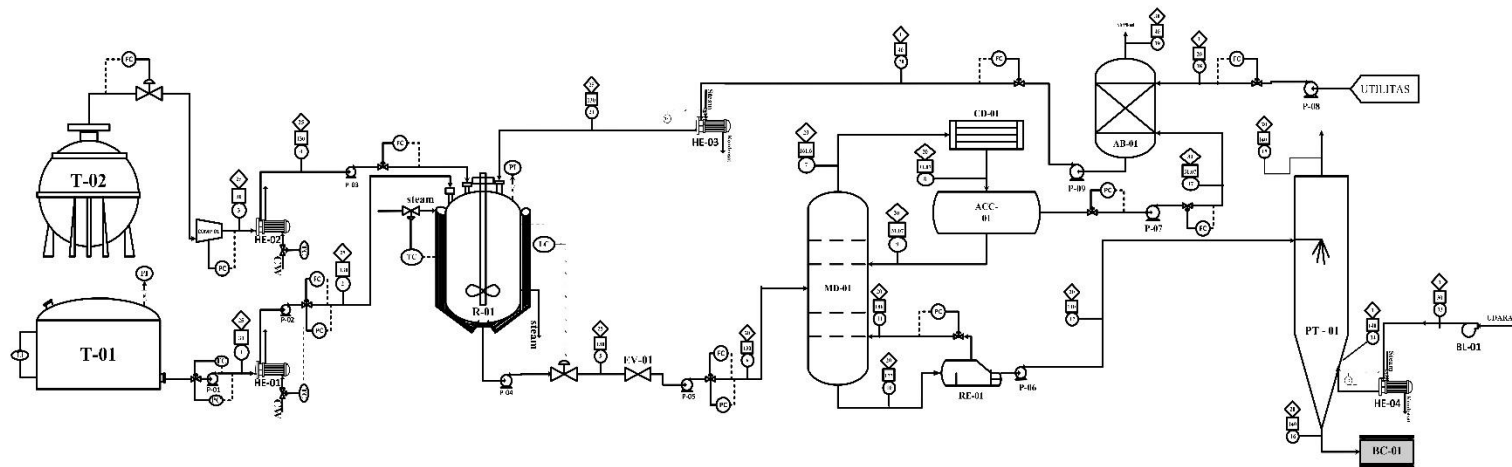
$$D_{opt} = 226 m^{0.5} \rho^{-0.35}$$

$$D_{opt} = 72,86 \text{ mm} = 0,07 \text{ m} = 2,87 \text{ in}$$

Digunakan pipa standar : 3 in

LAMPIRAN B

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK UREA DARI AMMONIA DAN KARBONDIOKSIDA
DENGAN PROSES MITSUI TOATSU RECYCLE KAPASITAS 220.000 TON/TAHUN**



KOMPONEN	ARUS (KG/JAM)																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
NH ₂ CN ₂					27722,2	27722,2				27722,2	27722,2	27722,2										
H ₂ O	12354,1	12354,1			10719,3	10719,3				10719,3	10719,3	10719,3			10691,5	27,8		33,3	0,2	32,9	32,9	
(NH ₄ CO ₂) ₂ NH					369,6	369,6				369,6	369,6	369,6			341,9	27,8						
CO ₂			21042,0	21042,0	44,0	44,0	160,9	160,9	160,9								160,9		1,6			
N ₂	6863,4	6863,4			34,0	34,0	124,8	124,8	124,8								124,8		1,2			
NH ₂ COONH ₂					1686,2	1686,2				1478,5	1478,5	1478,5			1478,5						282,8	282,8
Udara													125048,2	125048,2	125048,2							
Total	19217,5	19217,5	21042,0	21042,0	40755,3	40755,3	285,7	285,7	285,7	40289,6	40289,6	40289,6	125048,2	125048,2	137560,0	27777,8	285,7	33,3	3,2	315,8	315,8	

Ketegasan Alat	Keterangan Instrumen
F	Tangki
MD	Membran Distilasi
R	Reaktor
CD	Condenser
EV	Expansion Valve
RE	Reboiler
BC	Bottom Collector
PT	Distilling Tower
ACC	Accumulator
AB	Absorber
HE	Heat Exchanger
CL	Cyclone
BL	Blower
P	Pompa

Keterangan Simbol	
◇	: Exhauster, atau
□	: Salm, °C
○	: Nomor Arus
○	: Control Valve
○	: Supply Parameterik
○	: Sensor Linear

PRA RANCANGAN PABRIK UREA DARI AMMONIA DAN KARBONDIOKSIDA DENGAN PROSES MITSUI TOATSU RECYCLE KAPASITAS 220.000 TON/TAHUN
1. Elita Pratiwi Brilian (17 521 107) 2. AYO HANI ANGGRAENI (17 521 106)
Made Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. Asisten Kepala, Mr. Sohal, S.T., M.Sc.