

PRARANCANGAN PABRIK
UREA FORMALDEHID DARI UREA DAN FORMALDEHID
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia



Oleh:

Nama : Rayhan Ihsan Tsany
No. Mahasiswa : 20521170

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
PRARANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID DARI UREA DAN
FORMALDEHID KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rayhan Ihsam Tsany
No. Mahasiswa : 20521170

Yogyakarta, 02 Oktober 2024

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

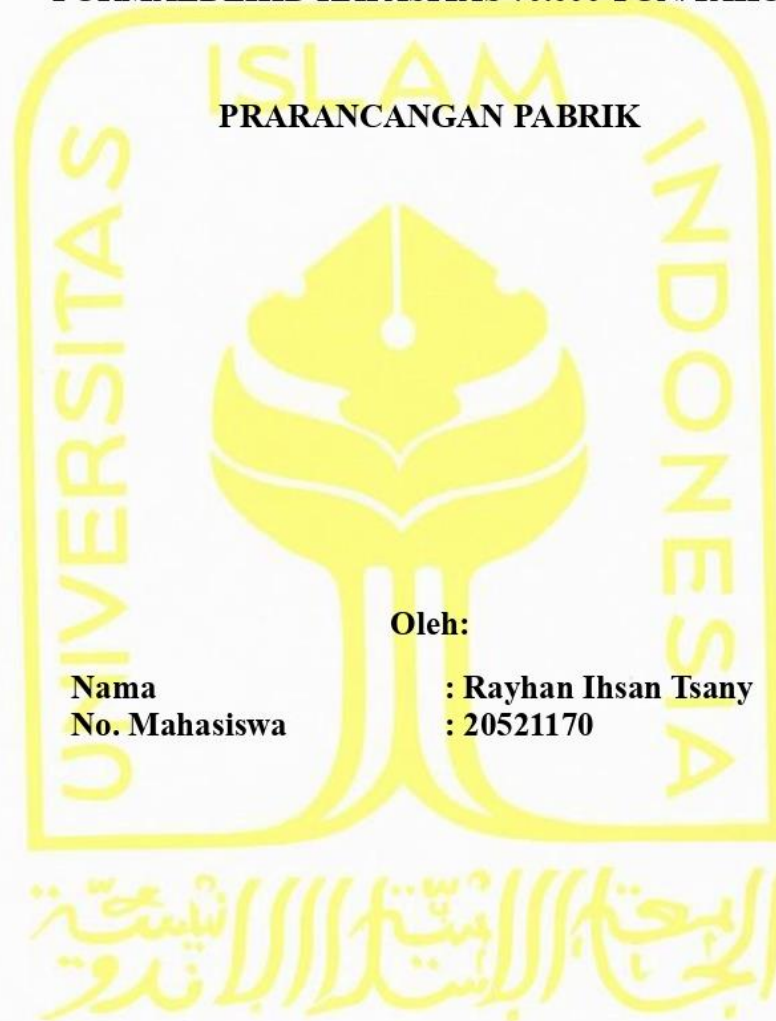
Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.


The image shows a handwritten signature in black ink over a red and white revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL' and 'CD85EAKX275262365'.

Rayhan Ihsan Tsany

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRARANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID DARI UREA DAN
FORMALDEHID KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**



Oleh:

Nama : Rayhan Ihsan Tsany
No. Mahasiswa : 20521170

Yogyakarta, 02 Oktober 2024

Pembimbing,

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRARANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID DARI UREA DAN
FORMALDEHID KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Rayhan Ihsan Tsany
No. Mahasiswa : 20521170

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

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 23 Oktober 2024

Tim Penguji,

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

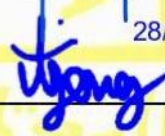


Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.
Anggota I



29/10/2024

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.
Anggota II



28/10/2024

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



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

NIK. 995200445

PRAKATA

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji senantiasa kita haturkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala kenikamatan dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir prarancangan pabrik kimia dengan baik. Sholawat dan salam semoga selalu dilimpahkan oleh Allah SWT kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, karena dengan syafaatnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Tugas prarancangan pabrik kimia dengan judul “Prarancangan Pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formladehid dengan kapasitas 70.000 Ton/Tahun” disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama bangku kuliah dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan tugas prarancangan pabrik kimia ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena atas segala kehendak-Nya, penyusun diberi kesabaran dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moril maupun materil selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T., IPU, ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik.
5. Ibu Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 2019-2020 yang selalu memberikan dukungan serta saling membagikan ilmunya.
8. Semua pihak yang selalu memberikan dukungannya kepada penulis dalam membantu penyusunan laporan tugas prarancangan pabrik kimia ini dengan tulus dan ikhlas.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk menyempurnakan tugas akhir ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya dan dapat menjadi sumbangsi bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 02 Oktober 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas.....	3
1.2.1 Data Impor Urea Formaldehid di Indonesia.....	3
1.2.2 Data Ekspor Urea Formaldehid di Indonesia	4
1.2.3 Data Konsumsi Urea Formaldehid di Indonesia	6
1.2.4 Data Produksi Urea Formaldehid di Indonesia	7
1.2.5 Ketersediaan Bahan Baku	8
1.2.6 Penentuan Kapasitas Pabrik	9
1.3 Tinjauan Pustaka	10
1.3.1 Pemilihan proses	11
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	17
1.4.1 Tinjauan Termodinamika	17
1.4.2 Tinjauan Kinetika	20
BAB II PERANCANGAN PRODUK	23
2.1 Spesifikasi Produk.....	23
2.1.1 Urea Formaldehid.....	23
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung.....	23
2.2.1 Urea	23

2.2.2	Larutan Formaldehid 37%.....	24
2.2.3	Larutan Natrium Hidroksida 48%.....	24
2.2.4	Larutan Asam Sulfat 98%	25
2.3	Pengendalian Kualitas	25
2.3.1	Pengendalian kualitas bahan baku	25
2.3.2	Pengendalian kualitas proses.....	25
2.3.3	Pengendalian kualitas produk	27
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		28
3.1	Diagram Alir Proses dan Material.....	28
3.1.1	Diagram Alir Kualitatif	28
3.1.2	Diagram Alir Kuantitatif	29
3.2	Uraian Proses	30
3.2.1	Tahap persiapan bahan baku	30
3.2.2	Tahap pembentukan produk	30
3.2.3	Tahap penanganan produk.....	31
3.3	Spesifikasi Alat	32
3.3.1	Reaktor 1	32
3.3.2	Reaktor 2	33
3.3.3	Evaporator	35
3.3.4	Spray Dryer	36
3.3.5	Tangki Penyimpanan Larutan Formaldehid	37
3.3.6	Tangki Penyimpanan Larutan Natrium Hidroksida	38
3.3.7	Tangki Penyimpanan Larutan Asam Sulfat.....	39
3.3.8	Silo Penyimpanan Urea.....	40
3.3.9	Silo Penyimpanan Produk Urea Formaldehid.....	41
3.3.10	Screw Conveyor 01	42
3.3.11	Cooling Conveyor 01	43
3.3.12	Bucket Elevator 01	43
3.3.13	Bucket Elevator 02	44
3.3.14	Pompa 01.....	45
3.3.15	Pompa 02.....	45
3.3.16	Pompa 03.....	46

3.3.17	Pompa 04.....	47
3.3.18	Pompa 05.....	48
3.3.19	Pompa 06.....	49
3.3.20	Pompa 07.....	50
3.3.21	Pompa 08.....	50
3.3.22	Pompa 09.....	51
3.3.23	Pompa 10.....	52
3.3.24	Heat Exchanger 01	53
3.3.25	Heat Exchanger 02	54
3.3.26	Heat Exchanger 03	54
3.3.27	Heat Exchanger 04	55
3.3.28	Heat Exchanger 05	56
3.4	Neraca Massa	57
3.4.1	Neraca Massa Total	58
3.4.2	Neraca Massa per Alat	58
3.5	Neraca Panas	61
3.5.1	Neraca Panas per Alat	61
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....		64
4.1	Lokasi Pabrik	64
4.1.1	Sumber Bahan Baku.....	65
4.1.2	Pemasaran Produk.....	65
4.1.3	Penyediaan Utilitas.....	65
4.1.4	Transportasi.....	66
4.1.5	Kondisi Masyarakat	66
4.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	66
4.2.1	Perkantoran/Administrasi.....	67
4.2.2	Daerah Proses.....	67
4.2.3	Fasilitas Umum	67
4.2.4	Perluasan Pabrik.....	67
4.2.5	Harga Tanah	68
4.2.6	Kualitas, Kuantitas, dan Letak Bangunan	68
4.2.7	Faktor Keamanan	68

4.2.8	Pengolahan Limbah.....	69
4.2.9	Tata Letak Mesin/Alat Proses (<i>Machines Layout</i>).....	71
4.3	Struktur Organisasi.....	74
4.3.1	Tugas dan Wewenang.....	76
4.3.2	Jadwal Kerja dan Sistem Gaji Karyawan.....	80
BAB V	UTILITAS	86
5.1.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	86
5.1.1	Penyediaan Air	86
5.1.2	Pengolahan Air	91
5.2.	Unit Pembangkit <i>Steam</i>	96
5.3.	Unit Pembangkit Listrik.....	97
5.4.	Unit Penyedia Udara Tekan.....	101
5.5.	Unit Penyedia Bahan Bakar	101
5.6.	Unit Pengolahan Limbah.....	101
5.7.	Spesifikasi Alat Utilitas.....	102
5.7.1	Spesifikasi Pompa Utilitas	102
5.7.2	Spesifikasi Bak Utilitas	108
5.7.3	Spesifikasi Tangki Utilitas	109
5.7.4	Spesifikasi <i>Screener</i> Utilitas	111
5.7.5	Spesifikasi <i>Sand Filter</i> Utilitas	112
5.7.6	Spesifikasi <i>Mixed Bed</i> Utilitas	112
5.7.7	Spesifikasi <i>Daerator</i> Utilitas	113
5.7.8	Spesifikasi <i>Boiler</i>	114
BAB VI	EVALUASI EKONOMI.....	116
6.1	Penaksiran Harga Alat.....	118
6.2	Perhitungan Biaya	120
6.2.1	Total Capital Investment	120
6.2.2	Manufacturing Cost.....	121
6.2.3	General Expense.....	122
6.3	Analisa Kelayakan	122
6.4	Hasil Perhitungan	125
6.5	Analisa Keuntungan	131

6.6	Hasil Kelayakan	131
6.6.1	Percent Return On Investment (ROI).....	131
6.6.2	Pay Out Time	131
6.6.3	Break Even Point (BEP).....	132
6.6.4	Shut Down Point (SDP)	132
6.6.5	Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR).....	132
6.7	Analisa Risiko Pabrik.....	133
BAB VII	PENUTUP	137
7.1	Kesimpulan	137
7.2	Saran.....	138
LAMPIRAN	141

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Urea Formaldehid di Indonesia.....	3
Tabel 1. 2 Data Ekspor Urea Formaldehid di Indonesia	4
Tabel 1. 3 Data konsumsi Urea Formaldehid di Indonesia	6
Tabel 1. 4 Pabrik prooduksi urea formaldehid di Indonesia	7
Tabel 1. 5 Pabrik penyedia bahan baku urea formaldehid	8
Tabel 1. 6 Perbandingan proses produksi Urea Formaldehid	15
Tabel 1. 7 Perbandingan bentuk produk resin	16
Tabel 1. 8 Data nilai enltapi pembentukkan standar senyawa	17
Tabel 1. 9 Data Nilai energi bebas Gibbs masing-masing komponen	19
Tabel 3. 1 Neraca massa total.....	58
Tabel 3. 2 Neraca massa Reaktor 01 (R-01)	58
Tabel 3. 3 Neraca massa Reaktor 02 (R-02)	59
Tabel 3. 4 Neraca massa Evaporator (EV-01)	60
Tabel 3. 5 Neraca massa Spray Dryer (SD-01)	60
Tabel 3. 6 Neraca panas Reaktor 01 (R-01)	61
Tabel 3. 7 Neraca panas Reaktor 02 (R-02)	61
Tabel 3. 8 Neraca panas Evaporator (EV-01).....	62
Tabel 3. 9 Neraca panas Spray Dryer (SD-01).....	62
Tabel 3. 10 Neraca panas Heat Exchanger 01 (HE-01).....	62
Tabel 3. 11 Neraca panas Heat Exchanger 02 (HE-02).....	62
Tabel 3. 12 Neraca panas Heat Exchanger 03 (HE-03).....	63
Tabel 3. 13 Neraca panas Heat Exchanger 04 (HE-04).....	63
Tabel 3. 14 Neraca panas Heat Exchanger 05 (HE-05).....	63
Tabel 4. 1 Rincian luas tanah bangunan pabrik urea formaldehid	69
Tabel 4. 2 Pembagian jam kerja setiap shift.....	82
Tabel 4. 3 Jadwal kerja shift.....	82
Tabel 4. 4 Rincian gaji karyawan setiap jabatan	84
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Steam pada alat proses.....	89
Tabel 5. 2 Kebutuhan air pada fasilitas pabrik.....	90
Tabel 5. 3 Kebutuhan listrik pada alat proses	97
Tabel 5. 4 Kebutuhan listrik pada utilitas.....	98
Tabel 5. 5 Total Kebutuhan listrik	100
Tabel 5. 6 Spesifikasi pompa utilitas.....	102
Tabel 5. 7 Spesifikasi bak utilitas.....	108
Tabel 5. 8 Spesifikasi tangki utilitas	109
Tabel 5. 9 Spesifikasi screener utilitas	111
Tabel 5. 10 Spesifikasi sand filter utilitas	112
Tabel 5. 11 Spesifikasi mixed bed utilitas.....	112
Tabel 5. 12 Spesifikasi Daerator utilitas	113

Tabel 5. 13 Spesifikasi boiler	114
Tabel 6. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI) tahun 2004-2028 ..	118
Tabel 6. 2 Physical Plant Cost (PPC)	126
Tabel 6. 3 Direct Plant Cost (DPC)	126
Tabel 6. 4 Fixed Capital Investment	126
Tabel 6. 5 Direct Manufacturing Cost (DMC)	127
Tabel 6. 6 Indirect Manufacturing Cost (IMC)	127
Tabel 6. 7 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	128
Tabel 6. 8 Manufacturing Cost (MC)	128
Tabel 6. 9 Working Capital (WC)	128
Tabel 6. 10 General Expense (GE)	129
Tabel 6. 11 Total production (TPC)	129
Tabel 6. 12 Fixed Cost (Fa)	129
Tabel 6. 13 Variable Cost (Va)	130
Tabel 6. 14 Regulated Cost (Ra)	130
Tabel 6. 15 Resiko pabrik	133
Tabel 6. 16 Hasil Analisa Kelayakan	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur kimia monomer resin urea formaldehid	2
Gambar 1. 2 Grafik Impor Urea Formaldehid di Indonesia 2016-2021	4
Gambar 1. 3 Grafik Kebutuhan konsumsi urea formaldehid di Indonesia	6
Gambar 1. 4 Reaksi Metiolasi Pembentukan Senyawa Metilol Urea	10
Gambar 1. 5 Reaksi Kondensasi Pembentukan Polimer.....	11
Gambar 4. 1 Penentuan lokasi pabrik urea formaldehid	64
Gambar 4. 2 Denah Peletakan bangunan pabrik	71
Gambar 4. 3 Denah letak alat proses pabrik urea formaldehid	74
Gambar 4. 4 Struktur organisasi perusahaan.....	75
Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas	115
Gambar 6. 1 Grafik hubungan antara tahun dan Indeks harga.....	119
Gambar 6. 2 Grafik analisis ekonomi	136
Gambar 6. 2 Grafik analisis ekonomi	136

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	REAKTOR 01.....	142
LAMPIRAN B	<i>PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM</i> (PEFD).....	161
LAMPIRAN C	KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN	162

ABSTRAK

Urea Formaldehid merupakan salah satu komponen penyusun kayu lapis (*plywood*). Dengan didirikannya pabrik urea formaldehid diharapkan dapat memenuhi kebutuhan negeri, dapat membantu perekonomian negeri serta membuka lapangan pekerjaan untuk masyarakat. Pabrik urea formaldehid dirancang dengan kapasitas 70.000 Ton/Tahun yang dioperasikan selama 300 hari/tahun dalam waktu 24 jam/hari. Bahan baku utama yang digunakan adalah urea dengan jumlah sebesar 4.961,531 kg/jam bersumber dari PT. Pupuk Kalimantan, dan larutan formaldehid sebanyak 13.141,351 kg/jam yang dapat diperoleh dari PT. Dover Chemical. Katalis yang digunakan adalah larutan *Natrium Hidroksida* 48% dan Asam Sulfat 98% dengan masing-masing jumlah dibutuhkan sebanyak 10,130 kg/jam dan 6,078 kg/jam. Dalam produksi resin urea formaldehid ini terbagi menjadi 3 tahapan. Proses pertama yaitu pembuatan *Dimethylolurea* dari hasil reaksi antara urea dan formaldehid pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm. Proses kedua adalah proses memperpanjang rantai polimer dari *Dimethylolurea* menjadi produk urea formaldehid pada suhu 105°C dan tekanan 1 atm. Proses terakhir adalah proses pemurnian produk dan perubahan wujud produk dari cair menjadi padatan dalam bentuk bubuk. Pabrik ini direncanakan didirikan di kawasan Industri Bontang, Kalimantan Timur. Luas tanah pabrik dirancang sebesar 19.800 m² dengan luas total bangunan seluas 16.200 m². Perencanaan dalam struktur organisasi pada perusahaan ini terdiri dari 113 karyawan. Kebutuhan utilitas pabrik urea formaldehid terdiri air sebesar 9.636,95 kg/jam, *steam* sebesar 22.999 kg/jam, listrik sebesar 281,863 kW, dan udara tekan sebesar 24,298 m³/jam. Hasil perhitungan dalam evaluasi ekonomi perancangan pabrik urea formaldehid ini diperoleh keuntungan sebelum pajak senilai Rp.140.571.678.140, keuntungan sesudah pajak senilai Rp. 91.371.590.792, persentase *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 40% dan setelah pajak sebesar 26%. Hasil perhitungan dari *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,078 Tahun dan setelah pajak adalah 2,92 Tahun. Nilai *Break Even Point* (BEP) diperoleh senilai 42,28%, *Shut Down Point* (SDP) diperoleh senilai 25,82%, dan nilai *Discontinued Cash Flow Rate of Return* (DCFR) diperoleh senilai 5,25%.

Kata Kunci : formaldehid, katalis, resin, urea, urea formaldehid

ABSTRACT

Urea Formaldehyde is one of the constituent components of plywood. With the establishment of the urea formaldehyde plant is expected to meet the needs of the country, can help the country's economy and open up jobs for the community. The urea formaldehyde plant is designed with a capacity of 70,000 tons / year which is operated for 300 days / year within 24 hours / day. The main raw materials used are urea with an amount of 4,961.531 kg / hour sourced from PT Kalimantan Fertilizer, and formaldehyde solution of 13,141.351 kg / hour which can be obtained from PT Dover Chemical. The catalysts used are 48% Sodium Hydroxide solution and 98% Sulfuric Acid with each required amount of 10,130 kg/hour and 6,078 kg/hour. The production of urea formaldehyde resin is divided into 3 stages. The first process is the manufacture of Dimethylolurea from the reaction between urea and formaldehyde at 80°C and 1 atm pressure. The second process is the process of extending the polymer chain from Dimethylolurea to urea formaldehyde product at 105°C and 1 atm pressure. The last process is the product purification process and the change of product form from liquid to solid in powder form. The plant is planned to be established in the Bontang Industrial area, East Kalimantan. The factory land area is designed to be 19,800 m² with a total building area of 16,200 m². Planning in the organizational structure of this company consists of 113 employees. The utility needs of the urea formaldehyde plant consist of water of 9,636.95 kg/hour, steam of 22,999 kg/hour, electricity of 281.863 kW, and compressed air of 24,298 m³/hour. The results of calculations in the economic evaluation of the design of this urea formaldehyde plant obtained pre-tax profits worth Rp. 140,571,678,140, after-tax profits worth Rp. 91,371,590,792, the percentage of Return on Investment (ROI) before tax of 40% and after tax of 26%. The calculation result of Pay Out Time (POT) before tax is 2.078 years and after tax is 2.92 years. The Break Even Point (BEP) value is 42.28%, the Shut Down Point (SDP) value is 25.82%, and the Discontinued Cash Flow Rate of Return (DCFR) value is 5.25%.

Keywords : formaldehyde, catalyst, resin, urea, urea formaldehyde

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi Indonesia pada kuartal IV-2023 mencapai 5,04 persen. Dengan demikian, pertumbuhan ekonomi Indonesia secara keseluruhan mencapai 5,05 persen. Di tengah-tengah perekonomian global yang melemah, kinerja industri pengolahan nonmigas tercatat masih mengalami pertumbuhan 4,69 persen sepanjang 2023 harus diakui masih lebih rendah dari target Kementerian Perindustrian yang membidik 4,81 persen (Indonesia.go.id, 2024).

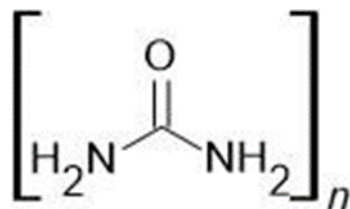
Berbagai sektor-sektor industri di Indonesia, salah satunya adalah industri *plywood* (Kayu lapis). Industri *plywood* membutuhkan perekat sebagai salah satu komponen penyusun produknya. Perekat yang dibutuhkan untuk industri *plywood* saja adalah sebanyak 1 juta ton per tahun (AIFTA, 1993). Sebagian besar perekat yang diproduksi adalah perekat sintetik. Perekat sintetik yang sering digunakan untuk memproduksi *plywood* adalah Urea Formaldehid (80%), Fenol Formaldehid (10%), dan Melamin Formaldehid (10%) (Ruhendi, Febrianto, & Sahriawati, 2000).

Industri *plywood* yang diawali dengan penggunaan phenol formaldehida sebagai perekat. Perkembangan industri yang pesat terjadi ketika urea formaldehid digunakan secara komersil, menjadikan pemakaian phenol formaldehid semakin berkurang dan tergantikan dengan urea formaldehid, hal tersebut disebabkan harga urea formaldehid lebih murah

dan memiliki keunggulan lain, seperti kualitas produk yang dihasilkan lebih baik, mudah dalam proses penuangan dan proses pemotongan yang lebih cepat serta tidak meninggalkan bekas warna pada papan yang dihasilkan (Meyer, 1979).

Urea formaldehid resin atau beberapa jenis resin amino tersedia secara komersial dalam bentuk larutan pekat atau padatan, misalnya bubuk. Resin amino tidak berbau dan memiliki bau khas, juga tergantung pada kandungan formaldehid bebasnya yang umumnya berbau tajam. Kepadatan solusi di konsentrasi 50-80%, padatan berkisar anatar 1,15-1,31 g/cm³ (Hare, 1994)

Pada proses pembuatan urea formaldehid resin, banyak faktor yang mempengaruhi sifat produk perekatnya, antara lain besarnya perbandingan molekuler (*molar ratio*), anantara bahan utama urea dan formaldehida. Penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa semakin tinggi perbandingan molekul urea dan formaldehida semakin tinggi kekentalan dan kadar formaldehida bebasnya (Pizzi A, 1983).



Gambar 1. 1 Struktur kimia monomer resin urea formaldehid

1.2 Penentuan Kapasitas

Dalam menentukan kapasitas pabrik diperlukan beberapa data statistika sehingga diperoleh nilai *supply* (Penawaran) dan *demand* (Permintaan) untuk pertimbangan kapasitas pabrik yang ingin dirancang. *Supply* terdiri dari data *import* dan produksi dalam negeri, sedangkan *Demand* terdiri dari data *export* dan konsumsi dalam negeri.

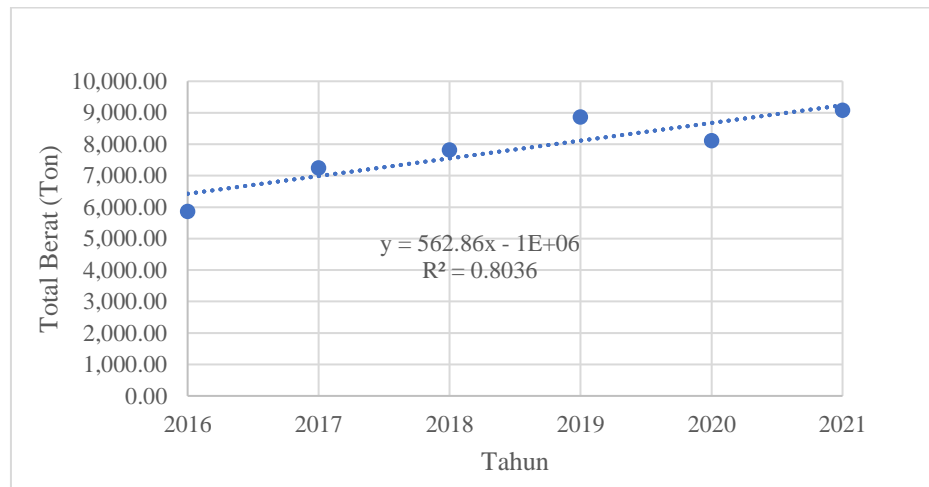
1.2.1 Data Impor Urea Formaldehid di Indonesia

Impor merupakan pembelian suatu barang untuk masuk ke dalam suatu negara untuk memenuhi kebutuhan domestik. Data impor Urea Formaldehid di Indonesia diperoleh pada Tabel 1.1 sebagai berikut.

Tabel 1. 1 Data Impor Urea Formaldehid di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (Ton/Tahun)
2016	5.865,93
2017	7.249,43
2018	7.819,74
2019	8.862,82
2020	8.115,73
2021	9.077,54

(Sumber : Badan Statistika Indonesia 2023)



Gambar 1. 2 Grafik Impor Urea Formaldehid di Indonesia 2016-2021

Berdasarkan persamaan yang didapat pada grafik impor, diperoleh kebutuhan impor pada tahun 2033 sebesar 144.294,83 ton

1.2.2 Data Ekspor Urea Formaldehid di Indonesia

Ekspor merupakan kegiatan penjualan suatu barang atau jasa dai satu negara yang dibeli oleh negara lain. Data ekspor Urea Formaldehid di Indonesia diperoleh pada Tabel 1.2 sebagai berikut.

Tabel 1. 2 Data Ekspor Urea Formaldehid di Indonesia

Tahun	Total Berat (Ton)
2019	48,85
2020	127,96
2021	1.166,07
2022	218,33

(Sumber : Badan Pusat Statistika Indonesia 2023)

Berdasarkan tabel data 1.2, total berat mengalami penurunan seiring bertambahnya tahun. Sehingga untuk memprediksi total berat di tahun 2033 menggunakan dengan rumus *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) dituliskan sebagai berikut.

$$CAGR = \left(\frac{V_{final}}{V_{begin}} \right)^{1/n} - 1$$

Keterangan :

CAGR : *Compound Annual Growth Rate*

V_{final} : *Value Final* / Nilai akhir

V_{begin} : *Value Begin* / Nilai awal

n : Selisih antara tahun awal dengan tahun akhir (3 Tahun)

Diperoleh nilai CAGR sebesar 0,647. Dengan diperolehnya nilai CAGR, maka dapat diprediksi total berat ekspor pada tahun 2033 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V_{future} = V_{final} \times (1 + CAGR)^{n_{future}}$$

Keterangan :

V_{future} : *Value future* / Nilai prediksi

n_{future} : Selisih tahun prediksi dengan tahun nilai akhir (11 Tahun)

Didapat nilai V_{future} atau total berat pada tahun 2033 adalah sebesar 52.813,264 Ton.

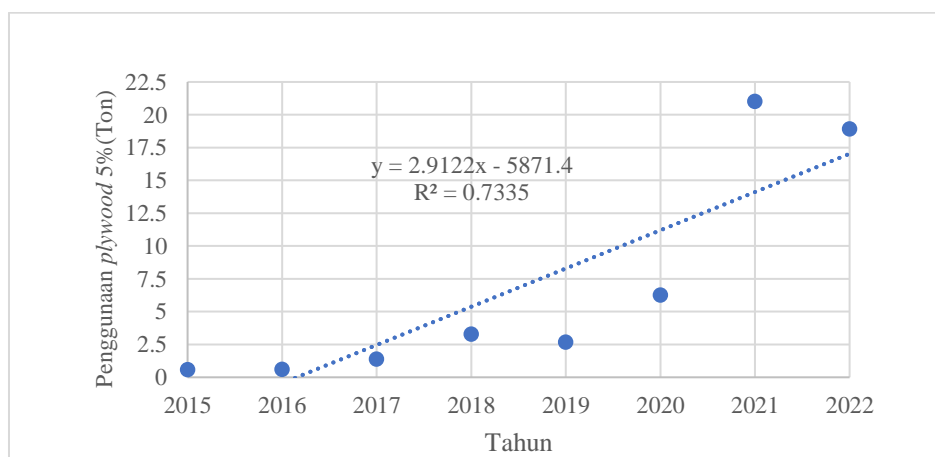
1.2.3 Data Konsumsi Urea Formaldehid di Indonesia

Terdapat beberapa Pengaplikasian penggunaan Urea Formaldehid salah satunya dalam penggunaan *plywood* dengan persentase penggunaan 5%.

Tabel 1. 3 Data konsumsi Urea Formaldehid di Indonesia

Tahun	Total Berat (Ton)	Penggunaan <i>plywood</i> 5% (Ton)
2015	11,23	0,561
2016	11.88	0,594
2017	27,65	1,382
2018	65,47	3,273
2019	53,24	2,662
2020	125,12	6,256
2021	420,35	21,017
2022	378,37	18,918

(Sumber : BPSI 2023)



Gambar 1. 3 Grafik Kebutuhan konsumsi urea formaldehid di Indonesia

Berdasarkan persamaan dari grafik diatas, diperoleh data konsumsi pada tahun 2033 sebesar 49,0026 Ton.

1.2.4 Data Produksi Urea Formaldehid di Indonesia

Data pabrik produksi urea formaldehid yang telah berdiri di Indonesia dengan berbagai variasi kapasitas pabrik diperoleh pada Tabel 1.4. adalah sebagai berikut.

Tabel 1. 4 Pabrik prooduksi urea formaldehid di Indonesia

No.	Nama Perusahaan	Kapasitas Pabrik (Ton/Tahun)
1	PT. IntanWijaya International	120.000
2	PT. Pupuk Iskandar Muda	570.000
3	PT. Advanced Specialty Chemicals Indonesia	1.500
4	PT. Aica Mugi Indonesia	135.000
5	PT. Arthafajar Maslestari	331.000
6	PT. Asia Chemical Industry	0,8
7	PT. Barokah Inti Sari	100
8	PT. BELAWANDELI CHEMICAL INDUSTRY	100.000
9	PT. Cahaya Anugerah	540.000
10	PT. Crona Perkasa Solusindo	2,5
11	PT. Davi Etania Abadi	100
12	PT. Duta Kharisma Persada	7.500
13	PT. DUTA PERTIWI NUSANTARA TBK	146.000
14	PT. Gelora Citra Kimia Abadi	212.000
15	PT. Global Chemindo	3.500
16	PT. HAN YOUNG INDONESIA	4.900
17	PT. Hbfuller Adhesives Indonesia	3.900

18	PT. Henkel Footwear and Speciality Chemical	3.901
19	PT. Il Jin Chemical Indonesia	14.400
20	PT. Indo Nan Pao Resins Chemical	12.000
21	PT. HINDOPHERIN JAYA	11.000
22	PT. Intanwijaya International	65.000
23	PT. Jianbang Paint Indonesia	3.500
24	PT. Jorn Leader Tech	500
25	PT. KEMREZ CHEMICALS	500
26	PT. Kinerja Mutiara Persada	2.500
27	PT. Kiwiwira Niaga	1.500
28	PT. Konishi Lemindo Indonesia	5.000
29	PT. Ligno Speciality Adhesive	2.500
30	PT. MAKRO REKAT SEKAWAN	6.000
31	PT. MITRA SEMESTA LEMINDO	5.500
32	PT. Moresco Macro Adehsive	6.000
Total Kapasitas		2.315.304
Rata-rata Kapasitas		72.353

1.2.5 Ketersediaan Bahan Baku

Untuk pemilihan bahan baku ditentukan berdasarkan kecukupan bahan baku untuk perancangan produksi urea formaldehid.

Tabel 1. 5 Pabrik penyedia bahan baku urea formaldehid

Bahan Baku	Nama Perusahaan	Total Berat (Ton/Tahun)
Urea	PT. Pupuk Kalimantan	3.671.500
Formaldehid	PT. Dover Chemical	140.000

1.2.6 Penentuan Kapasitas Pabrik

Setelah mendapatkan nilai hasil data impor, ekspor, konsumsi, dan produksi pada tahun 2033, kemudian nilai *Demand* dan *Supply* dapat dihitung untuk mendapatkan nilai kapasitas pabrik yang tersedia pada tahun 2033 dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Demand} &= \text{Ekspor} + \text{Konsumsi} \\ &= 52.813,264 + 49,0026 \\ &= 52.862,266 \text{ Ton} \\ \\ \text{Supply} &= \text{Impor} + \text{Produksi} \\ &= 144.294,83 + 2.315.304 \\ &= 2.459.598,830 \text{ Ton} \\ \\ \text{Kapasitas Pabrik} &= \text{Demand} - \text{Supply} \\ &= 52.862,266 - 2.459.598,830 \\ &= - 2.406.736,564 \text{ Ton} \end{aligned}$$

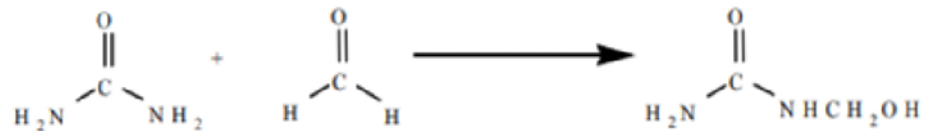
Berdasarkan perhitungan diatas bahwa nilai penawaran (*supply*) lebih besar dengan nilai permintaan (*demand*) senilai 2.406.736,564 Ton, namun masih tidak cukup untuk menutup kebutuhan impor pada tahun 2033 sebesar 144.294,83. Untuk mengurangi kebutuhan impor urea formaldehid, maka peluang pasar untuk mendirikan pabrik urea formaldehid pada tahun 2033 sebesar $\pm 2.262.441,734$ Ton. Dalam penentuan kapasitas pabrik diambil dari rata-rata produksi pabrik Urea Formaldehid yang telah berdiri di Indonesia yaitu 70.000 Ton/Tahun dengan mempertimbangkan juga dengan ketersediaan bahan baku.

1.3 Tinjauan Pustaka

Dalam pembentukan urea formaldehid resin terbagi menjadi 2 tahapan, yaitu reaksi metiolasi (*methylolation*) dan reaksi kondensasi (*condensation*). Kedua tahapan tersebut tidak bekerja pada dalam kondisi operasi yang sama. Kondisi operasi ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti waktu reaksi, suhu, rasio mol, dan pH (*Ulmann's Encyclopedia*)

a. Reaksi Metiolasi

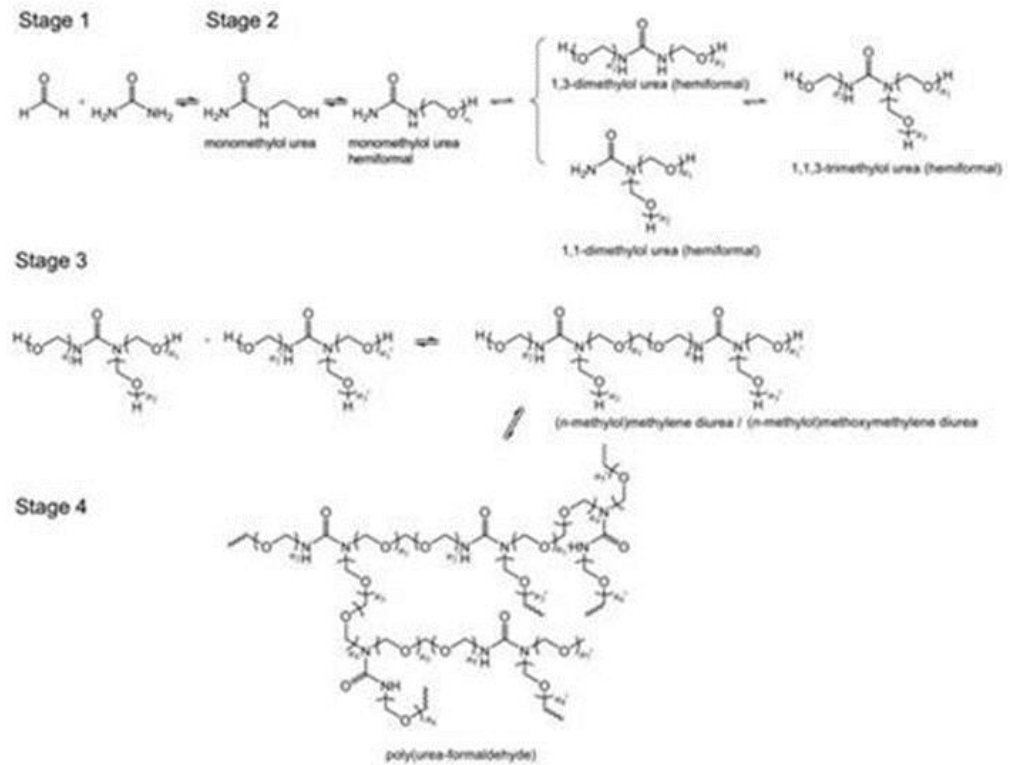
Proses pembentukan urea formaldehid diawali dengan tahap reaksi metiolasi, yaitu reaksi pembentukan turunan metilol urea dari reaksi adisi antara urea dan formaldehid yang di bantu dengan katalis.



Gambar 1. 4 Reaksi Metiolasi Pembentukan Senyawa Metilol Urea

b. Reaksi Kondensasi

Setelah reaksi metiolasi, proses dilanjutkan ke tahap kedua yaitu reaksi kondensasi (polikondensasi) dimana terbentuknya dua jenis ikatan, yaitu ikatan metilen eter dan ikatan metilen. (Dunky dan Pizza,2002)



Gambar 1. 5 Reaksi Kondensasi Pembentukan Polimer

1.3.1 Pemilihan proses

Proses pembentukan urea formaldehid memiliki berbagai proses, antara lain:

a. Proses produksi *Batchwise*

Metode produksi ini sering digunakan pabrik industri untuk produksi amino resin, akan tetapi terdapat kekurangan yaitu kapasitas produksi yang relatif kecil. Namun demikian, proses ini memungkinkan variasi produk yang luas dan seringnya perubahan produk.

Reaksi pada produksi ini terjadi pada ketel berpengaduk dalam 2 atau lebih tahapan, pada suhu 70-100°C. Pada tahap

pertama dimana reaksi terjadi dengan penambahan sedikit asam ke dalam campuran alkalin yang merupakan prinsip reaksi dari hidrosimetilasi. Tahap selanjutnya merupakan reaksi kondensasi, dimana terjadinya pemisahan air dan kenaikan massa molekul produk dari kenaikan viskositas. Umumnya, konsentrasi produk sekitar 60-70% campuran cair dengan penguapan.

b. Proses produksi *Continuous*

Pada proses ini memberikan sejumlah yang diproduksi dapat bervariasi dalam batas yang relatif sedikit karena beroperasi dalam keadaan konstan dengan peningkatan proporsi molekul dengan tingkat kondensasi yang tinggi. Pada rangkaian proses ini memerlukan pembersihan dahulu agar terhindar pembentukan antara produk baru dan produk lama.

Berbagai literatur paten menjelaskan sejumlah besar proses *continuous*. Perbedaan mereka dalam penggunaan teknologi proses dan meliputi variasi suhu, pH, konsentrasi, atau modifier. Untuk proses dan aliran proses tetap tidak berubah.

Dalam proses ini terbentuk dua bentuk fase, bentuk fase pertama adalah larutan berair. Pada fase ini, peralatan yang digunakan untuk proses pembentukan resin antara lain reaktor

tabung (*tube reactor*), rangkaian ketel berpengaduk, atau kombinasi keduanya.

Pada tahun 1943, Girdler Corp. dalam proses dua reaktor yang berkelanjutan (*a continuous two-process*) menjelaskan dalam reaktor pertama, reaktan dicampur secara menyeluruh dan dipanaskan hingga sekitar 150°C di bawah tekanan. Selanjutnya, larutan di bawah tekanan dipertahankan suhunya dan dilakukan proses kondensasi. Tekanan reaktor kemudian dilepaskan sehingga unsur-unsur yang mudah teruap keluar dari resin dan larutan menjadi dingin

Pada pengaplikasian oleh Spumalit-Anstalt, Liechtenstein, bahan awal dialirkan dengan katalis padat (resin polikarbamid) di bawah tekanan 400 kPa pada suhu 140-150°C untuk membentuk resin.

Pada tahun 1955, sebuah pengaplikasian di Swedia oleh Skanska Attifabriken AB menjelaskan suatu proses dimana bahan awal dipanaskan secara terpisah dan kemudian disemprotkan ke dalam ruangan untuk mengalami kondensasi parsial. Untuk reaksi diselesaikan di ruangan lain. Keuntungan yang diklaim adalah tidak terdapat produk akhir dalam tahap awal kondensasi.

Pada proses BASF (1971), reaksi dilakukan dalam tiga rangkaian atau lebih kettle berpengaduk. Pada rangkaian awal,

sebagian besar terjadi reaksi hidrosimetilasi. Kondensasi terjadi nantinya dalam rangkaian. Reaksi dihentikan pada bagian terakhir dengan penambahan larutan Natrium Hidroksida. Larutan resin dimasukkan ke dalam wadah sementara dan kemudian diuapkan pada tekanan rendah dalam alat penguap satu atau beberapa stage. Uapnya mengandung sekitar 2% formaldehida diolah dan limbahnya dibuang untuk pengolahan. Produk akhir didinginkan dan dipompa ke dalam tangki.

Untuk fase kedua yaitu resin dalam bentuk bubuk. Resin dalam bentuk bubuk juga dapat diproduksi dengan prosedur kontinyu jika larutan semprot, yang pada umumnya di produksi secara batch, diumpankan secara kontinyu dari wadah sementara ke dalam *spray tower*.

c. Proses produksi produk dan busa khusus

Produksi Resin Urea Formaldehid Busa (1933) yang dikembangkan oleh IG Farbenindustrie yaitu membuat busa isolasi urea formaldehid yang tidak menyusut ketika diawetkan dan dikeringkan. bahan pembusa dan udara untuk menghasilkan kandungan asam pada busa primer seperti asam fosfat yang digunakan sebagai pengawet untuk resin amino. Produksi urea formaldehid busa hampir sama dengan proses *Batch* yang

kapasitas produksi relatif kecil namun dapat beragam. Proses pengawetan dilakukan selama 12-24 jam pada suhu kamar 25°C. Resin urea formaldehida berbusa yang dihasilkan memiliki spesifikasi padatan massa sebanyak 5–70 kg/m³ dengan komposisi 60% busa.

Tabel 1. 6 Perbandingan proses produksi Urea Formaldehid

Aspek Tinjauan	Nama Proses Produksi		
	<i>Batchwise</i>	<i>Continuous</i>	Produk dan Busa Khusus
Reaktor	Ketel Berpengaduk	Tube reaktor, Reaktor Alir Tangki Berpengaduk, Kombinasi reaktor	Reaktor <i>batch</i>
Katalis	Asam Format	<ul style="list-style-type: none"> • Natrium Hidroksida (BASF) • Resin Polikarbamid (Spumalit-Anstalt) 	Natrium Hidroksida
pH	4-5		7-8
Suhu Reaksi (°C)	70-100	80-100	100
Tekanan (atm)	1	1	1

Pemekatan produk	60-70%		
Kapasitas	Relatif kecil	Besar	

Berdasarkan perbandingan proses pada tabel 1.6, maka dipilih proses *continouus* karena memiliki kapasitas yang besar dan proses dapat diproduksi secara terus menerus. Dalam pembentukan urea formaldehid pada umumnya dapat diproduksi dalam bentuk cairan dan *powder* (bubuk). Perbandingan bentuk produksi resin urea formaldehid dapat ditinjau pada tabel 1.7.

Tabel 1. 7 Perbandingan bentuk produk resin

Tipe	Cairan	Bubuk
Keuntungan	Pengeluaran lebih rendah	Masa penyimpanan lebih lama
		Lebih cepat dalam perekatan tanpa adanya penguapan pada air
	Tidak ada masalah perdebuan	Kontaminasi dari OSB (<i>Oriented Strand Board</i>) resin lebih rendah
		Lebih ringan dan lebih baik dalam distribusi pada helai OSB
Kerugian	Masa penyimpanan lebih pendek	Lebih mahal dalam pengeluaran untuk <i>spray drying</i> dan pengemasan
	OSB: Beban resin lebih tinggi karena kurangnya	Terdapat masalah dalam perdebuan

	pendistribusian pada perekat	
--	------------------------------	--

Dengan perbandingan antara 2 bentuk produk maka dipilih bentuk pada produk yang yaitu berupa bubuk karena mudah dalam pendistribusian dan memiliki masa penyimpanan yang cukup lama.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Termodinamika reaksi dapat ditinjau dengan membandingkan nilai entalpi reaksi (ΔH_r) dan nilai energi bebas Gibbs reaksi. Nilai ΔH_r menunjukkan sejumlah energi yang dibutuhkan atau dihasilkan selama reaksi berlangsung. Untuk mendapatkan nilai ΔH_r , digunakan hubungan antara panas reaksi dan suhu.

Tabel 1. 8 Data nilai entalpi pembentukkan standar senyawa

Komponen	Rumus Molekul	ΔH_f° 298,15 K (kJ/mol)
Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-333,5
Formaldehid	CH_2O	-115,874
<i>Dimethylolurea</i>	DMU	-221
Air	H_2O	-285,85

(Sumber: Yaws, 1999)

Berdasarkan data ΔH_f^0 , didapatkan nilai panas reaksi standar (ΔH_r) pembentukkan DMU pada reaksi pertama,

$$\Delta H_r^0 = \Delta H_f^0 \text{Produk} - \Delta H_f^0 \text{Reaktan}$$

$$\Delta H_r^0 = (\Delta H_f^0 \text{DMU} + \Delta H_f^0 \text{H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^0 \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2 \Delta H_f^0 \text{CH}_2\text{O})$$

$$\Delta H_r^0 = ((-221) + (-285,85)) - ((-333,51) + (2(-115,9)))$$

$$\Delta H_r^0 = -506,85 + 565,31$$

$$\Delta H_r^0 = 58,48 \text{ kJ/mol}$$

Diperoleh nilai ΔH_r pada reaksi bernilai positif (+), sehingga reaksi adisi ini bersifat endotermis yaitu memerlukan panas.

Pada reaksi kedua atau polimerisasi mengalami proses kondensasi yang dimana reaksi ini menghasilkan panas dengan entalpi sebagai berikut.

$$\Delta H_r^0 = -28 \text{ kJ/mol}$$

Dengan diketahui nilai ΔH_r pada reaksi kedua dapat disimpulkan bahwa reaksi ini bersifat eksotermis sehingga reaksi ini menghasilkan sejumlah panas selama reaksi berlangsung.

Untuk mendapatkan nilai konstanta kesetimbangan reaksi dibutuhkan nilai energi bebas Gibbs. Diperoleh nilai energi Gibbs sebagai berikut.

Tabel 1. 9 Data Nilai energi bebas Gibbs masing-masing komponen

Komponen	Rumus Molekul	$\Delta_f G^\circ$ (kJ/mol)
Urea	CO(NH ₂) ₂	-38.48
Formaldehid	CH ₂ O	-110.00
<i>Dimethylurea</i>	DMU	24.24
Air	H ₂ O	-228.80

(Sumber: <https://www.chemeo.com/>)

Nilai konstanta kesetimbangan reaksi didapatkan dengan rumus sebagai berikut.

$$\Delta G^\circ = \sum (n\Delta G_f^\circ \text{Produk}) + \sum (n\Delta G_f^\circ \text{Reaktan})$$

(J.M. Smith & H.C. Van Ness, 1975)

$$K = \exp(-\Delta G^\circ / RT)$$

Keterangan:

- ΔG° : Energi bebas Gibbs standar (kJ/mol)
- T : Suhu (K)
- R : Tetapan gas ($8,314 \times 10^{-3}$ kJ/mol K)
- K : Konstanta Kesetimbangan pada 298 K

$$\Delta G^\circ = ((24,24) + (-228,80)) - ((-38,48) + (2 (-110,00)))$$

$$\Delta G^\circ = (-204,56) - (-258,48)$$

$$\Delta G^\circ = 53,92 \text{ kJ/mol}$$

$$K = \exp(-(53,92) / (8,314 \times 10^{-3})(298))$$

$$K = 3,535 \times 10^{-10}$$

Diperoleh untuk nilai energi bebas Gibbs adalah senilai 53,92 kJ/mol menunjukkan bahwa reaksi berjalan secara tidak spontan. Dan untuk nilai konstanta kesetimbangan reaksi diperoleh senilai $3,535 \times 10^{-10}$.

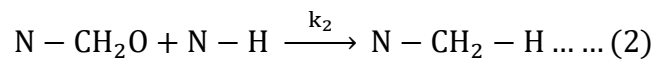
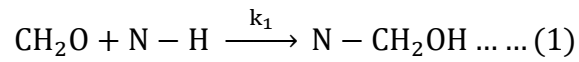
1.4.2 Tinjauan Kinetika

Pada proses pembentukan urea formaldehid telah banyak penelitian yang dilakukan, termasuk penelitian mengenai kinetika reaksi. Pada umumnya menggunakan konstanta kecepatan reaksi secara overall dimana tidak dibedakan antara kecepatan reaksi adisi dengan reaksi kondensasi yang terjadi selama reaksi.

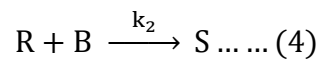
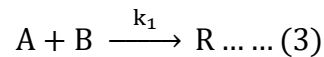
Berdasarkan penelitian yang dilakukan Danarto, Reaksi urea formaldehid terdiri dari dua tahap yaitu :

1. Reaksi adisi formaldehid membentuk gugus hidrosimetil yang disebut juga dengan metilolilasi atau hidrosimetilasi.
2. Reaksi kondensasi dari unit monomer dengan disertai pembebasan H_2O untuk membentuk sebuah dimer rantai panjang ataupun jarungan kolimer yang kompleks.

Reaksi urea formaldehid terjadi pada larutan ideal dan merupakan reaksi bertahap antar gugus aktif. Reaksinya dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Reaksi-reaksi di atas dapat disederhanakan sebagai berikut :



Persamaan-persamaan kecepatan reaksinya adalah sebagai berikut :

$$-\frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A C_B \dots \dots (5)$$

$$-\frac{dC_B}{dt} = k_1 C_A C_B + k_2 C_B C_R \dots \dots (6)$$

$$-\frac{dC_R}{dt} = k_2 C_B C_R - k_1 C_A C_B \dots \dots (7)$$

Dengan mensubstitusi persamaan (5) dan (7) ke persamaan (6) diperoleh persamaan,

$$C_R = 2(C_{A0} - C_A) - (C_{B0} - C_B) \dots \dots (8)$$

Dengan menggunakan persamaan (5),(6), dan (8) maka diperoleh konstanta kecepatan reaksi dengan hubungan konstanta kecepatan reaksi dengan suhu reaksi mengikuti persamaan Arrhenius,

$$k_1 = 1,779.10^{-1} \exp\left(-\frac{1772}{T}\right)$$

$$k_2 = 3,6056 \exp\left(-\frac{1280}{T}\right)$$

Dengan,

k_1 : Konstanta kecepatan reaksi adisi (L/gek.mnt)

k_2 : Konstanta kecepatan reaksi kondensasi (L/gek.mnt)

T : Suhu Reaksi (°C)

(Danarto, 2002)

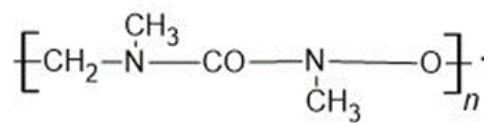
BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Urea Formaldehid

Struktur Molekul :



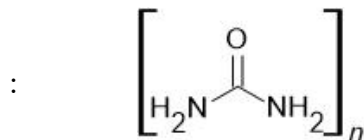
Rumus Kimia : $\text{C}_3\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_3$
Sifat Fisik : Serbuk
Bentuk : Serbuk putih
Bau : sedikit
Titik Leleh : 125°C
Titik Didih : -
pH : 8 – 9 (50% campuran dalam air)
Kelarutan : Larut dalam air
Kemurnian : >95% Urea Formaldehid ; <2% Formaldehid ; <3% Air

(Sumber: *Safety Data Sheet NCSP*)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1 Urea

Struktur Molekul :

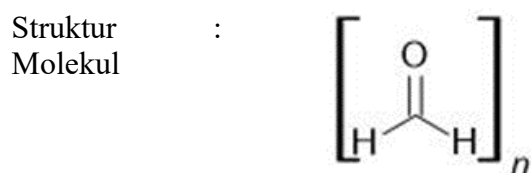


Rumus Kimia : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
Sifat Fisik : Padatan
Bentuk : Granular dan Prill

Bau	: Sedikit menyerupai bau ammonia
Titik Leleh	: 134 °C
Titik Didih	: -
pH	: 7.2 dalam 10% larutan (PubChem)
Kelarutan	: 545 g/L (25 °C) (PubChem)
Kemurnian (%Berat)	: 46% Nitrogen (min) ; 0,5% Air (maks) ; 1,2-1,5% Biuret (C ₂ H ₅ N ₃ O ₂)

(Sumber : Lembar Data Keselamatan PT. Pupuk Kaltim)

2.2.2 Larutan Formaldehid 37%



Rumus Kimia	: CHOH / CH ₂ O
Sifat Fisik	: Cairan
Bentuk	: Cairan
Bau	: Pedas
Titik Leleh	: < - 15°C
Titik Didih	: 97°C
pH	: 2,8 - 4 (dalam larutan air : 100 g/l, 20°C)
Kelarutan	: dapat bercampur pada komposisi berapapun
Kemurnian	: 37% Formaldehid ; 15% Metanol ; 48% Air

2.2.3 Larutan Natrium Hidroksida 48%

Rumus Kimia	: NaOH
Sifat Fisik	: Cairan
Bentuk	: Cairan
Bau	: Tidak berbau
Titik Lebur	: 605 °F
Titik Didih	: 288 – 298 °F pada 760 mmHg
pH	: 14 pada 50 gr/L H ₂ O (20°C)

Kelarutan	: 42 gr/100 ml pada 0 °C dan 347 gr/ml pada 100 °C
Kemurnian	: 48% NaOH ; 52% H ₂ O

(Sumber: Lembar Data Keselamatan PT. Sulfindo Adiusaha)

2.2.4 Larutan Asam Sulfat 98%

Rumus Kimia	: H ₂ SO ₄
Sifat Fisik	: Cairan
Bentuk	: Cairan
Bau	: Tidak berbau
Titik Leleh	: -20 °C
Titik Didih	: 335 °C
pH	: 0.3 pada 49 gr/L
Kelarutan	: Larut pada 20 °C
Kemurnian	: 98% H ₂ SO ₄ ; 2% H ₂ O

(Sumber: *Safety Data Sheet* Timuraya Tunggal)

2.3 Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian kualitas bahan baku

Pengendalian kualitas bahan baku bertujuan untuk mengevaluasi seberapa baik kualitas bahan baku yang digunakan serta memastikan bahwa bahan baku tersebut sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sebelum diproses. Oleh karena itu, sebelum bahan baku digunakan dalam proses produksi, terlebih dahulu dilakukan pengujian kualitas terhadap urea dan formaldehid.

2.3.2 Pengendalian kualitas proses

Pengendalian kualitas proses dilaksanakan di ruang kontrol dengan menggunakan berbagai alat pengendali melalui sistem otomatis yang dilengkapi indikator. Jika indikator yang telah ditentukan menunjukkan

penyimpangan, seperti pada flow rate bahan baku atau produk, kontrol level, serta kontrol suhu, maka hal tersebut akan terdeteksi melalui sinyal dari indikator, seperti lampu yang menyala atau bunyi alarm. Jika terjadi penyimpangan, kondisi harus dikembalikan ke keadaan semula, baik secara manual maupun otomatis.

Beberapa alat kontrol yang digunakan dan harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

a. Level Control

Level control dipasang di bagian atas tangki. Jika kondisi belum sesuai dengan yang ditetapkan, maka akan ada sinyal berupa bunyi dan lampu yang menyala.

b. Flow Rate

Flow rate dipasang pada aliran bahan baku, baik di aliran masuk maupun aliran keluar proses.

c. Temperature Control

Temperature control dipasang di setiap alat proses. Jika kondisi belum sesuai dengan yang ditetapkan, maka akan muncul tanda berupa suara dan lampu yang menyala.

Pengendalian proses dilakukan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan. Sementara itu, pengendalian mutu bertujuan untuk mengevaluasi apakah bahan baku dan produk sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Agar

proses berjalan dengan lancar, setelah merencanakan produksi dan menjalankan proses produksi, perlu dilakukan pengawasan dan pengendalian produksi. Proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang memiliki kualitas sesuai standar, serta jumlah produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam waktu yang telah ditentukan.

2.3.3 Pengendalian kualitas produk

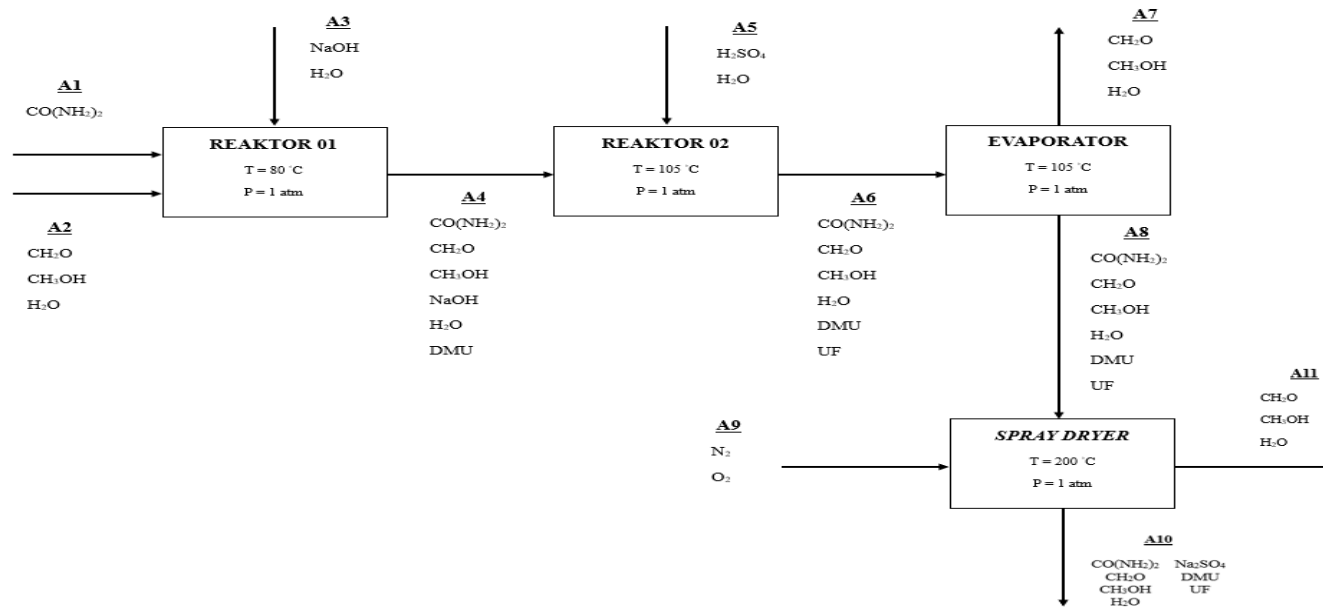
Selain pengendalian kualitas bahan baku dan proses, pengendalian kualitas juga diterapkan pada produk. Pengendalian kualitas produk berfokus pada kemurnian urea formaldehid yang dihasilkan. Bahan baku yang berkualitas sangat penting untuk mencapai mutu produk yang sesuai dengan standar. Selain itu, perlu dilakukan pengawasan dan pengendalian terhadap proses yang berjalan melalui sistem kontrol, sehingga produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan layak untuk dipasarkan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

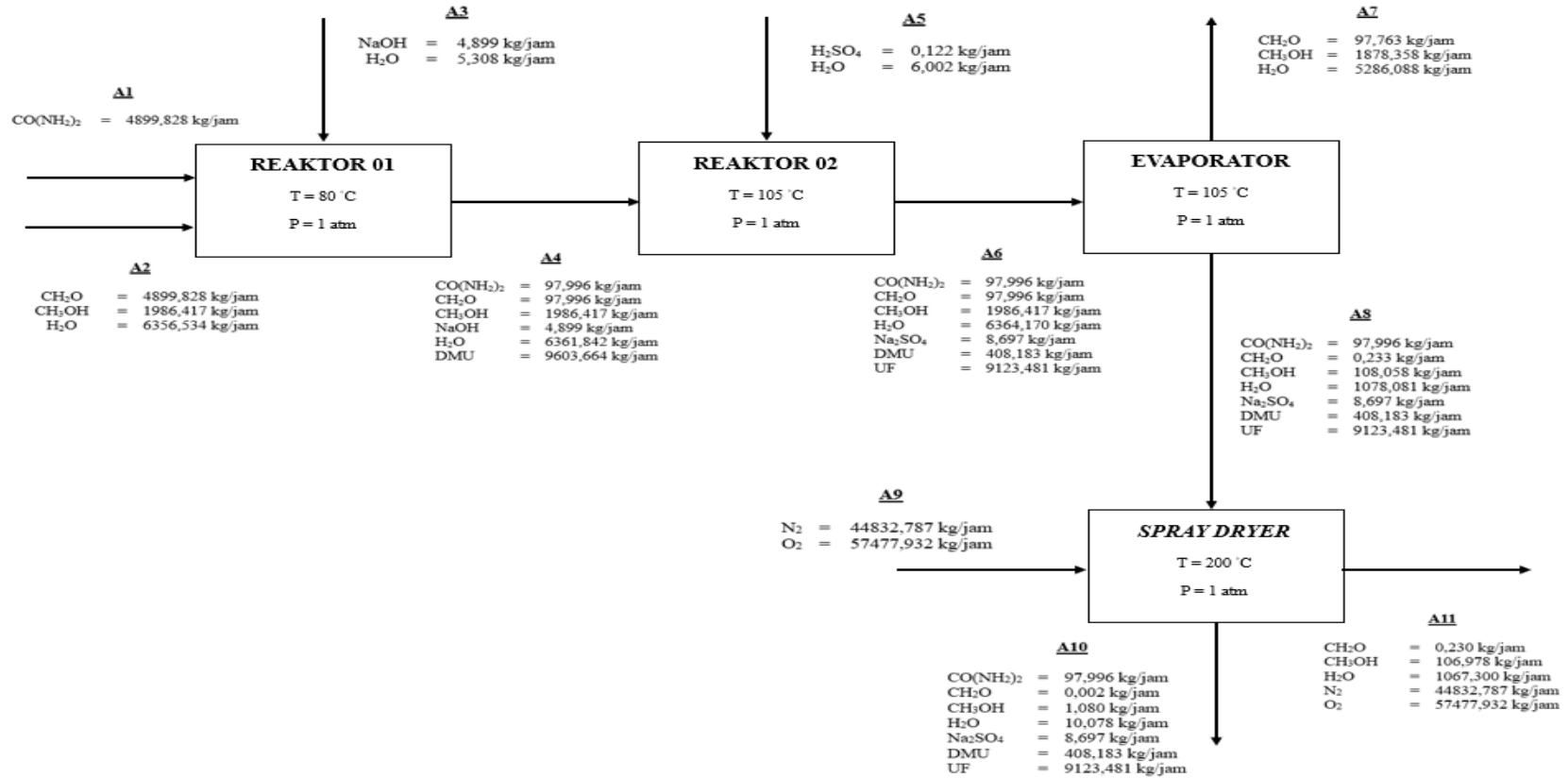
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Proses produksi urea formaldehid meliputi 3 tahapan proses yaitu sebagai berikut.

3.2.1 Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku yang digunakan dalam produksi ini berupa urea dan formaldehid yang disesuaikan kondisi operasi dengan suhu 80°C dan tekanan 1 atm sebelum dimasukkan ke dalam reaktor (R-01).

Larutan formaldehid terdiri dari 37% formaldehid, 15% metanol, dan 48% air disimpan dalam tangki silinder (T-01) dalam kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya, larutan formaldehid dialirkan dengan pompa (P-01) menuju *Heat Exchanger* 1 (HE-01) untuk disesuaikan suhu larutan dengan suhu kondisi reaksi sebelum diumpankan menuju reaktor (R-01).

Bahan baku lainnya adalah urea yang disimpan di dalam silo penyimpanan urea (S-01) diangkut dengan menggunakan *screw conveyor* (SC-01) dan *belt conveyor* (BE-01) menuju reaktor (R-01) dalam fase padatan.

3.2.2 Tahap pembentukan produk

Dalam pembentukan produk urea formaldehid terdapat 2 tahapan:

1. Mereaksikan urea dan formaldehid sehingga menghasilkan *Dimethylolurea* (DMU)
2. Memperpanjang rantai polimer DMU menjadi produk akhir urea formaldehid (UF)

Natrium hidroksida berperan sebagai katalisator I dalam pembentukan DMU antara reaksi urea dan formaldehid. Katalis ini dengan kemurnian 48% diletakkan dalam reaktor (R-01) yang beroperasi pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm. Reaksi pada reaktor (R-01) berlangsung secara reaksi adisi dengan kondisi proses isothermal. Reaksi ini merupakan reaksi endotermis, sehingga reaksi ini menyerap sejumlah panas selama reaksi berlangsung.

Produk hasil reaktor (R-01) dialirkan dengan pompa (P-05) menuju *Heat Exchanger* (HE-03) untuk dipanaskan hingga suhu mencapai 105°C sebelum memasuki reaktor (R-02) selanjutnya. Reaksi polimerisasi berlangsung secara isothermal dengan kondisi operasi suhu 105°C dan tekanan 1 atm dengan penambahan asam sulfat 98%.

3.2.3 Tahap penanganan produk

Urea formaldehid yang merupakan hasil dari reaktor (R-02) diumpankan menuju evaporator (EV-01) dengan dialirkan pompa (P-09) dan dipanaskan menggunakan *Heat Exchanger* (HE-05) hingga suhu mencapai 200°C. Larutan urea formaldehid di dalam evaporator

(EV-01) menguapkan beberapa senyawa (CH_2O , CH_3OH , H_2O) yang kemudia dialirkan menuju Unit Pengolahan Limbah (UPL). Sisa senyawa yang tidak teruapkan dialirkan menuju *Spray Dryer* (SD-01).

Dengan menggunakan kontak udara yang bersumber dari lingkungan, proses pengeringan dengan menggunakan *spray dryer* (SD-01) menjadikan perubahan fase pada hasil produk evaporator (EV-01) dari fase cairan menjadi fase padatan dalam bentuk *powder*. Produk berbentuk *powder* disalurkan dan didinginkan menuju silo penyimpanan urea formaldehid (S-02) dengan menggunakan *cooling conveyor* dan *belt conveyor*.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Reaktor 1

Kode	:	R-01
Fungsi	:	Mereaksikan Urea dan Formaldehid menjadi DMU (<i>Dimethylol Urea</i>)
Jenis	:	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Mode Operasi	:	Kontinyu
Harga	:	\$ 532.000
Kondisi Operasi		
Suhu	:	80 °C
Tekanan	:	1 atm
Waktu Tinggal	:	127 menit
Kondisi proses	:	Isotermal

Konstruksi dan Material

Bahan	: <i>Stainless Steel, 316</i>
Volume	: 36.700 m ³
Tinggi	: 6 m
Diameter	: 3 m
Tebal Shell	: 0,25 in
Tinggi Cairan	: 5,064 m
Bentuk Head	: <i>Torespherical Dished</i>
Tebal Head	: 0,163 in
Tinggi Head	: 0,587 m

Pengaduk

Jenis	: <i>Flat Blade Turbines Impeler</i>
Diameter	: 1 m
Jarak Pengaduk dari dasar	: 1 m
Kecepatan Pengadukan	: 37 rpm
Tenaga Pengadukan	: 7,5 HP
Jumlah	: 1

Baffle

Jumlah	: 4
Lebar	: 0,2

Koil Pemanas

Jumlah Lilitan	: 8
Tinggi Tumpukan koil	: 0,69 m
Diameter Lilitan Koil	: 69 m
Panjang Lilitan Koil	: 6 m
Panjang Koil	: 54 m

3.3.2 Reaktor 2

Kode	: R-02
------	--------

Fungsi	: Memperpanjang rantai polimer DMU menjadi Urea Formaldehid
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Mode operasi	: Kontinyu
Harga	: \$ 196.200

Kondisi Operasi

Suhu	: 105 °C
Tekanan	: 1 atm
Waktu Tinggal	: 34,59 menit
Kondisi proses	: Isotermal

Dimensi Alat

Bahan	: <i>Stainless Steel, 316</i>
Volume	: 5.591 m ³
Tinggi	: 3,245 m
Diameter	: 1,622 m
Tebal Shell	: 0,25 in
Tinggi Cairan	: 3,2 m
Bentuk Head	: <i>Torespherical Dished</i>
Tebal Head	: 0,163 in
Tinggi Head	: 0,33 m

Pengaduk

Jenis	: <i>Flat Blade Turbines Impeler</i>
Diameter	: 0,540 m
Jarak Pengaduk dari dasar	: 0,540 m
Kecepatan Pengadukan	: 68 rpm
Tenaga Pengadukan	: 1 HP
Jumlah	: 1

Baffle

Jumlah	:	4
Lebar	:	0,1
Koil Pemanas		
Jumlah Lilitan	:	21
Tinggi Tumpukan koil	:	1,4 m
Diameter Lilitan Koil	:	89 m
Panjang Lilitan Koil	:	3,5 m
Panjang Koil	:	75 m

3.3.3 Evaporator

Kode	:	EV-01
Fungsi	:	Menguapkan air, formaldehid, dan metanol pada campuran
Jenis	:	<i>Vertical Short Tube</i>
Bahan	:	<i>Stainless Steel</i>
Jumlah	:	1
Harga	:	\$ 225.900
Kondisi Operasi		
Suhu	:	105 °C
Tekanan	:	1 atm
Dimensi Alat		
Tinggi	:	4,11 m
Diameter	:	2,7 m
Tebal Shell	:	0,35 in
Tebal Head	:	0,1875 in
Dimensi <i>Heat Exchanger</i>		
Shell side		
Fluida Panas	:	<i>Steam</i>
ID Shell	:	2,8 m
Pass	:	1

Tube side	
Fluida Dingin	: <i>Heavy Organic</i>
Jumlah Tube	: 167
OD Tube	: 1 in
BWG	: 15
ID Tube	: 0,86 in
Faktor Pengotor	
Rd	: 0,0043
Rd min	: 0,004

3.3.4 Spray Dryer

Kode	: SD-01
Fungsi	: Mengurangi <i>moisture</i> pada campuran dengan kontak langsung dengan angin sehingga menghasilkan produk berbentuk powder
Jenis	: <i>Spray dryer with pressure atomizer</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel, 316</i>
Harga	: \$ 57.200
Kondisi Operasi	
Suhu	: 200 °C
Tekanan	: 1,2 atm
Waktu Tinggal	: 3 detik
Dimensi Alat	
Volume	: 16,421 m ³
Tinggi Konis	: 0,5 m
Diameter Silinder	: 1,9 m

Tinggi Silinder	:	7 m
Tinggi Total	:	8,194 m
Tebal Shell	:	0,375 in
Diameter Droplet	:	1000 μm

3.3.5 Tangki Penyimpanan Larutan Formaldehid

Kode	:	T-01
Fungsi	:	Menyimpan kebutuhan larutan Formaldehid (CH_2O)
Jenis	:	Silinder Tegak
Fase	:	Cair
Lama Penyimpanan	:	14 hari
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 type 316</i>
Harga	:	\$ 955.000

Kondisi Operasi

Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 atm

Dimensi Alat

Kondisi terhitung

Volume	:	2.997 m^3
Diameter	:	16,836 m
Tinggi	:	13,409 m

Standar Perancangan

Volume	:	3.843 m^3
Diameter	:	18,288 m
Tinggi	:	14,630 m
Jumlah <i>course</i>	:	5
Tebal Shell	:	

<i>Course 5 (18 ft)</i>	: 0,194 in
<i>Course 4 (12 ft)</i>	: 0,277 in
<i>Course 3 (18 ft)</i>	: 0,360 in
<i>Course 2 (24 ft)</i>	: 0,443 in
<i>Course 1 (30 ft)</i>	: 0,526 in

Head & Bottom

<i>Jenis Head</i>	: <i>Conical</i>
<i>Tebal Head</i>	: 0,5 in
<i>Jenis Bottom</i>	: <i>Flat</i>
<i>Tebal Bottom</i>	: 0,5 in

3.3.6 Tangki Penyimpanan Larutan Natrium Hidroksida

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan kebutuhan larutan Natrium Hidroksida (NaOH)
Jenis	: Silinder Tegak
Fase	: Cair
Lama Penyimpanan	: 14 hari
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-240 type 316</i>
Harga	: \$ 12.400

Kondisi Operasi

Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm

Dimensi Alat

Kondisi terhitung	:
Volume	: 1,464 m ³
Diameter	: 1,325 m
Tinggi	: 1,060 m

Standar Perancangan

Volume : 39,750 m³

Diameter : 3,048 m

Tinggi : 1,219 m

Jumlah *course* : 2

Tebal Shell

Course 2 (6 ft) : 0,133 in

Course 1 (12 ft) : 0,144 in

Head & Bottom

Jenis *Head* : *Conical*

Tebal *Head* : 0,187 in

Jenis *Bottom* : *Flat*

Tebal *Bottom* : 0,25 in

3.3.7 Tangki Penyimpanan Larutan Asam Sulfat

Kode : T-03

Fungsi : Menyimpan kebutuhan larutan
Natrium Hidroksida (NaOH)

Jenis : Silinder Tegak

Fase : Cair

Lama Penyimpanan : 7 hari

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-240 type*
316

Harga : \$ 65.200

Kondisi Operasi

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Dimensi Alat

Kondisi terhitung :

Volume	:	0,729 m ³
Diameter	:	1,050 m
Tinggi	:	0,840 m
Standar Perancangan		
Volume	:	27,03 m ³
Diameter	:	3,048 m
Tinggi	:	0,914 m
Jumlah <i>course</i>	:	2
Tebal Shell		
<i>Course 2 (6 ft)</i>	:	0,133 in
<i>Course 1 (12 ft)</i>	:	0,144 in
<i>Head & Bottom</i>		
Jenis <i>Head</i>	:	<i>Conical</i>
Tebal <i>Head</i>	:	0,187 in
Jenis <i>Bottom</i>	:	<i>Flat</i>
Tebal <i>Bottom</i>	:	0,25 in

3.3.8 Silo Penyimpanan Urea

Kode	:	S-01
Fungsi	:	Menyimpan kebutuhan Urea (CO(NH ₂) ₂)
Jenis	:	<i>Bin Storage</i>
Fase	:	Padat
Lama Penyimpanan	:	7 hari
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 type 316</i>
Jumlah (Unit)	:	1
Harga	:	\$ 491.400
Kondisi Operasi		

Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 atm
Dimensi Alat		
Volume	:	691,055 m ³
Tinggi	:	15,214 m
<i>Shell</i>		
Diameter (ID)	:	7,61 m
Tinggi	:	15,214 m
Tebal	:	0,313 in
Konis		
Tinggi	:	3,091 m
Tebal	:	0,001 m

3.3.9 Silo Penyimpanan Produk Urea Formaldehid

Kode	:	S-02
Fungsi	:	Menyimpan produk akhir Urea Formaldehid
Jenis	:	<i>Bin Storage</i>
Lama Penyimpanan	:	7 hari
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 type 316</i>
Jumlah (Unit)	:	1
Harga	:	\$ 409.100
Kondisi Operasi		
Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 atm
Fase	:	Padat
Dimensi Alat		
Volume	:	482,217 m ³

Tinggi : 17,071 m

Shell

Diameter (ID) : 7,358 m

Tinggi : 14,717 m

Tebal : 0,272 in

Konis

Tinggi : 2,354 m

Tebal : 0,001 m

3.3.10 Screw Conveyor 01

Kode : SC-01

Fungsi : Mengakut urea dari tangki penyimpanan menuju R-01

Bentuk : *Horizontal Screw Conveyor*

Jumlah : 1

Harga : \$ 6.300

Kondisi Operasi

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Fase : Padat

Konstruksi dan Material

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*

Kapasitas : 5.879 kg/jam

Diameter *screw* : 10 in

Panjang : 30 m

Kecepatan : 55 rpm

Daya : 1,69 HP

3.3.11 Cooling Conveyor 01

Kode	:	CC-01
Fungsi	:	Mengangkut dan mendinginkan produk UF dari SD-01 menuju penyimpanan S-02
Bentuk	:	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>
Jumlah	:	1
Harga	:	\$ 6.300

Kondisi Operasi

Suhu	:	140 °C
Tekanan	:	1 atm
Fase	:	Padat

Konstruksi dan Material

Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Kapasitas	:	11.666,666 kg/jam
Diameter <i>screw</i>	:	10 in
Panjang	:	30 m
Kecepatan	:	80 rpm
Daya	:	2,25 HP

3.3.12 Bucket Elevator 01

Kode	:	BE-01
Fungsi	:	Mengangkut urea dari tangki penyimpanan menuju R-01
Jenis	:	<i>Centrifugal Discharge Bucket</i>
Jumlah	:	1
Harga	:	\$ 19.800

Kondisi Operasi

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Konstruksi dan Material

Bahan *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 4.899 kg/jam

Tinggi : 4 m

Kecepatan : 49,862 ft/menit

Daya : 1,5 HP

Jumlah *bucket* : 14

3.3.13 Bucket Elevator 02

Kode : BE-02

Fungsi : Mengangkut UF dari SD-01
menuju penyimpanan S-02

Jenis : *Centrifugal Discharge Bucket*

Jumlah : 1

Harga : \$ 19.800

Kondisi Operasi

Suhu : 50 °C

Tekanan : 1 atm

Konstruksi dan Material

Bahan *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 9.722 kg/jam

Tinggi : 14 m

Kecepatan : 121,569 ft/menit

Daya : 2 HP

Jumlah *bucket* : 52

3.3.14 Pompa 01

Kode	:	P-01
Fungsi	:	Mengalirkan bahan baku Formaldehid ke R-01
Jenis	:	<i>Centrifugal</i>
Jumlah	:	1
Harga	:	\$ 15.100

Kondisi Operasi

Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 atm
Fasa	:	Cair

Konstruksi dan Material

Bahan	:	<i>Commercial Steel</i>
Kapasitas	:	21,408 m ³ /jam
Luas aliran	:	12,7 in ²
Total <i>head</i> pompa	:	4,697 m
Daya	:	3 HP
Efisiensi	:	80 %

Pipa

<i>Nominal pipe size</i>	:	4 in
<i>Schedule number</i>	:	40
ID	:	4,026 in
OD	:	4,5 in

3.3.15 Pompa 02

Kode	:	P-02
Fungsi	:	Mengalirkan bahan baku Formaldehid ke R-01
Jenis	:	<i>Centrifugal</i>

Jumlah : 1
Harga : \$ 15.100

Kondisi Operasi

Suhu : 80 °C
Tekanan : 1 atm
Fasa : Cair

Konstruksi dan Material

Bahan : *Commercial Steel*
Kapasitas : 21,408 m³/jam
Luas aliran : 12,7 in²
Total *head* pompa : 4,697 m
Daya : 3 HP
Efisiensi : 80 %

Pipa

Nominal pipe size : 4 in
Schedule number : 40
ID : 4,026 in
OD : 4,5 in

3.3.16 Pompa 03

Kode : P-03
Fungsi : Mengalirkan bahan baku Natrium Hidroksida ke R-01
Jenis : *Centrifugal*
Jumlah : 1
Harga : \$

Kondisi Operasi

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Fasa : Cair

Konstruksi dan Material

Bahan *Commercial Steel*

Kapasitas : 0,012 m³/jam

Luas aliran : 0,06 in²

Total *head* pompa : 4,120 m

Daya : 0,05 HP

Efisiensi : 80 %

Pipa

Nominal pipe size 0,125 in

Schedule number 40

ID 0,27 in

OD : 0,4 in

3.3.17 Pompa 04

Kode : P-04

Fungsi : Mengalirkan bahan baku Natrium Hidroksida ke R-01

Jenis : *Centrifugal*

Jumlah : 1

Harga : \$

Kondisi Operasi

Suhu : 80 °C

Tekanan : 1 atm

Fasa : Cair

Konstruksi dan Material

Bahan *Commercial Steel*

Kapasitas : 0,012 m³/jam

Luas aliran	:	0,06 in ²
Total <i>head</i> pompa	:	4,120 m
Daya	:	0,05 HP
Efisiensi	:	80 %

Pipa

<i>Nominal pipe size</i>	:	0,125 in
<i>Schedule number</i>	:	40
ID	:	0,27 in
OD	:	0,4 in

3.3.18 Pompa 05

Kode	:	P-05
Fungsi	:	Mengalirkan hasil luaran R-01 ke HE-03
Jenis	:	<i>Centrifugal</i>
Jumlah	:	1
Harga	:	\$ 15.100

Kondisi Operasi

Suhu	:	80 °C
Tekanan	:	1 atm
Fasa	:	Cair

Konstruksi dan Material

Bahan	:	<i>Commercial Steel</i>
Kapasitas	:	25,208 m ³ /jam
Luas aliran	:	12,7 in ²
Total <i>head</i> pompa	:	2,044 m
Daya	:	1,5 HP
Efisiensi	:	80 %

Pipa

<i>Nominal pipe size</i>	4 in
<i>Schedule number</i>	40
ID	4,026 in
OD	: 4,5 in

3.3.19 Pompa 06

Kode	: P-06
Fungsi	: Mengalirkan hasil luaran HE-03 ke R-02
Jenis	: <i>Centrifugal</i>
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 15.100

Kondisi Operasi

Suhu	: 105 °C
Tekanan	: 1 atm
Fasa	: Cair

Konstruksi dan Material

Bahan	<i>Commercial Steel</i>
Kapasitas	: 25,208 m ³ /jam
Luas aliran	: 12,7 in ²
Total <i>head</i> pompa	: 2,044 m
Daya	: 1,5 HP
Efisiensi	: 80 %

Pipa

<i>Nominal pipe size</i>	4 in
<i>Schedule number</i>	40
ID	4,026 in
OD	: 4,5 in

3.3.20 Pompa 07

Kode	:	P-07
Fungsi	:	Mengalirkan bahan baku asam sulfat ke HE-04
Jenis	:	<i>Centrifugal</i>
Jumlah	:	1
Harga	:	\$

Kondisi Operasi

Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 atm
Fasa	:	Cair

Konstruksi dan Material

Bahan		<i>Commercial Steel</i>
Kapasitas	:	0,005 m ³ /jam
Luas aliran	:	0,06 in ²
Total <i>head</i> pompa	:	2,049 m
Daya	:	0,05 HP
Efisiensi	:	80 %

Pipa

<i>Nominal pipe size</i>		0,125 in
<i>Schedule number</i>		40
ID		0,27 in
OD	:	0,4 in

3.3.21 Pompa 08

Kode	:	P-08
Fungsi	:	Mengalirkan hasil luaran HE-04 ke R-02
Jenis	:	<i>Centrifugal</i>

Jumlah : 1
Harga : \$

Kondisi Operasi

Suhu : 105 °C
Tekanan : 1 atm
Fasa : Cair

Konstruksi dan Material

Bahan : *Commercial Steel*
Kapasitas : 0,005 m³/jam
Luas aliran : 0,06 in²
Total *head* pompa : 2,049 m
Daya : 0,05 HP
Efisiensi : 80 %

Pipa

Nominal pipe size : 0,125 in
Schedule number : 40
ID : 0,27 in
OD : 0,4 in

3.3.22 Pompa 09

Kode : P-09
Fungsi : Mengalirkan hasil luaran R-02 ke EV-01
Jenis : *Centrifugal*
Jumlah : 1
Harga : \$ 8.200

Kondisi Operasi

Suhu : 105 °C

Tekanan : 1 atm

Fasa : Cair

Konstruksi dan Material

Bahan *Commercial Steel*

Kapasitas : 24,341 m³/jam

Luas aliran : 2,04 in²

Total *head* pompa : 2,044 m

Daya : 2 HP

Efisiensi : 80 %

Pipa

Nominal pipe size 1,5 in

Schedule number 40

ID 1,61 in

OD : 1,9 in

3.3.23 Pompa 10

Kode : P-10

Fungsi : Mengalirkan hasil luaran EV-01 ke SD-01

Jenis : *Centrifugal*

Jumlah : 1

Harga : \$ 8.200

Kondisi Operasi

Suhu : 105 °C

Tekanan : 1 atm

Fasa : Cair

Konstruksi dan Material

Bahan *Commercial Steel*

Kapasitas : 24,341 m³/jam

Luas aliran	:	2,04 in ²
Total <i>head</i> pompa	:	2,044 m
Daya	:	2 HP
Efisiensi	:	80 %

Pipa

<i>Nominal pipe size</i>		1,5 in
<i>Schedule number</i>		40
ID		1,61 in
OD	:	1,9 in

3.3.24 Heat Exchanger 01

Kode	HE-01
Fungsi	Menaikkan suhu larutan Formaldehid sebelum masuk ke R-01
Tipe	<i>Double Pipe</i>

Kondisi Operasi

	<u><i>Annulus</i></u>	<u><i>Inner Pipe</i></u>
Suhu Masuk	220 °C	30 °C
Suhu Keluar	220 °C	80 °C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	2.388.158 Btu/jam	

Spesifikasi Alat

	<u><i>Annulus</i></u>	<u><i>Inner Pipe</i></u>
Panjang	20 ft	
Hairpin	5	
ID	4 in	3 in
OD	4,535 in	3,5 in
A	70,68 ft ²	

<i>Pressure Drop</i>	5 psi	0, psi
Rd	0,01 Btu/jam.ft ² .F	

3.3.25 Heat Exchanger 02

Kode	HE-02
Fungsi	Menaikkan suhu larutan Natrium Hidroksida sebelum masuk ke R-01
Tipe	<i>Double Pipe</i>

Kondisi Operasi

	<u>Annulus</u>	<u>Inner Pipe</u>
Suhu Masuk	220 °C	30 °C
Suhu Keluar	220 °C	80 °C
Tekanan	1 atm	
Beban Panas	1,386 Btu/jam	

Spesifikasi Alat

	<u>Annulus</u>	<u>Inner Pipe</u>
Panjang	12 ft	
Hairpin	1	
ID	2,07 in	1,50 in
OD	2,38 in	1,66 in
A	7,46 ft ²	
<i>Pressure Drop</i>	0,002 psi	0 psi
Rd	1,45 Btu/jam.ft ² .F	

3.3.26 Heat Exchanger 03

Kode	HE-03
------	-------

Fungsi Menaikkan suhu hasil reaksi R-01 sebelum masuk ke R-02

Tipe *Double Pipe*

Kondisi Operasi

	<u>Annulus</u>	<u>Inner Pipe</u>
Suhu Masuk	220 °C	80 °C
Suhu Keluar	220 °C	105 °C
Tekanan	1 atm	
Beban Panas	967.698 Btu/jam	

Spesifikasi Alat

	<u>Annulus</u>	<u>Inner Pipe</u>
Panjang	20 ft	
Hairpin	3	
ID	4 in	3 in
OD	4,535 in	3,5 in
A	56,402 ft ²	
<i>Pressure Drop</i>	5 psi	0 psi
Rd	0,01 Btu/jam.ft ² .F	

3.3.27 Heat Exchanger 04

Kode HE-04

Fungsi Menaikkan suhu larutan H₂SO₄ sebelum masuk ke R-02

Tipe *Double Pipe*

Kondisi Operasi

	<u>Annulus</u>	<u>Inner Pipe</u>
Suhu Masuk	220 °C	80 °C
Suhu Keluar	220 °C	105 °C

Tekanan	1 atm
Beban Panas	56,961 Btu/jam

Spesifikasi Alat

	<u>Annulus</u>	<u>Inner Pipe</u>
Panjang		12 ft
Hairpin		1
ID	4 in	3 in
OD	4,53 in	3,5 in
A		70,68 ft ²
<i>Pressure Drop</i>		
Rd	0,02 Btu/jam.ft ² .F	

3.3.28 Heat Exchanger 05

Kode	HE-05
Fungsi	Menaikkan suhu udara masuk ke SD-01
Tipe	<i>Shell and Tube</i>

Kondisi Operasi

	<u>Annulus</u>	<u>Inner Pipe</u>
Suhu Masuk	220 °C	30 °C
Suhu Keluar	220 °C	200 °C
Tekanan		1 atm
Beban Panas		

Spesifikasi Alat

	<u>Annulus</u>	<u>Inner Pipe</u>
Panjang		16 ft
Passes	1 in	4 in
BWG	16 in	16 in
<i>Baffle Space</i>	4 in	

ID	1,3 in	
OD	1,5 in	
Nt		136
<i>Pressure Drop</i>	0,94 psi	0,06 psi
Rd	0,01 Btu/jam.ft ² .F	0,003 Btu/jam.ft ² .F

3.4 Neraca Massa

Untuk menghitung produksi urea formaldehid setiap harinya dihitung berdasarkan kapasitas pabrik dikalikan dengan waktu pengoperasiannya.

$$\text{Produksi UF} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right) = \text{Kapasitas Pabrik} \times \text{Waktu Operasi}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi UF} &= 70.000 \left(\frac{\text{Ton}}{\text{Tahun}} \right) \times 1000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{Ton}} \right) \times 300 \left(\frac{\text{Hari}}{\text{Tahun}} \right) \\ &\quad \times 24 \left(\frac{\text{jam}}{\text{hari}} \right) \end{aligned}$$

$$\text{Produksi UF} = 9722,222 \text{ kg/jam}$$

Sehingga diperoleh untuk produksi urea formaldehid setiap harinya sebesar 9722,222 kg/jam. Neraca massa prarancangan pabrik urea formaldehid kapasitas 70.000 Ton/Tahun ditunjukkan pada Tabel 3.1 – 3.5.

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 1 Neraca massa total

Komponen	Input (kg/jam)					Output (kg/jam)		
	A1	A2	A3	A5	A9	A7	A10	A11
CO(NH ₂) ₂	4862,300						97,246	
CH ₂ O		4862,300				97.015	0,002	0,229
NaOH			4,862					
H ₂ O	24,808	6307,849	5,267	0,122		5266,206	10,740	1063,287
DMU							476,505	
CH ₃ OH		1971,203				1863,972	1,072	106,159
UF							9053,602	
H ₂ SO ₄				5,956				
Na ₂ SO ₄							8,631	
N ₂					44489,802			44489,802
O ₂					57037,695			57037,695
C ₂ H ₅ N ₃ O ₂	74,423						74,423	
Sub Total	4961,531	13.141,351	10,130	6,078	101.527,097	7227,193	9722,222	102.696,772
Total	119.464,187					119.464,187		

3.4.2 Neraca Massa per Alat

Tabel 3. 2 Neraca massa Reaktor 01 (R-01)

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	A1	A2	A3	A4
CO(NH ₂) ₂	4862,300			97,246
CH ₂ O		4862,300		97,246
NaOH			4,862	4,862
H ₂ O	24,808	6307,849	5,267	6337,924
DMU				9530,108
CH ₃ OH		1971,203		1971,203
UF				
H ₂ SO ₄				
Na ₂ SO ₄				
N ₂				

O ₂				
C ₂ H ₅ N ₃ O ₂	74,423			74,423
Sub Total	4961,531	13.141,351	10,130	18.113,011
Total	18.113,011			18.113,011

Tabel 3. 3 Neraca massa Reaktor 02 (R-02)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	A4	A5	A6
CO(NH ₂) ₂	97,246		97,246
CH ₂ O	97,246		97,246
NaOH	4,862		
H ₂ O	6337,924	0,122	6340,233
DMU	9530,108		476,505
CH ₃ OH	1971,203		1971,203
UF			9053,602
H ₂ SO ₄		5,956	
Na ₂ SO ₄			8,631
N ₂			
O ₂			
C ₂ H ₅ N ₃ O ₂	74,423		74,423
Sub Total	18.113,011	6,078	18.119,089
Total	18.119,089		18.119,089

Tabel 3. 4 Neraca massa Evaporator (EV-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	A6	A7	A8
CO(NH ₂) ₂	97,246		97,246
CH ₂ O	97,246	97,015	0,231
NaOH			
H ₂ O	6340,233	5266,206	1074,027
DMU	476,505		476,505
CH ₃ OH	1971,203	1863,972	107,231
UF	9053,602		9053,602
H ₂ SO ₄			
Na ₂ SO ₄	8,631		8,631
N ₂			
O ₂			
C ₂ H ₅ N ₃ O ₂	74,423		74,423
Sub Total	18.119,089	7227,193	10.891,897
Total	18.119,089	18.119,089	

Tabel 3. 5 Neraca massa Spray Dryer (SD-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	A8	A9	A10	A11
CO(NH ₂) ₂	97,246		97,246	
CH ₂ O	0,231		0,002	0,229

NaOH				
H ₂ O	1074,027		10,740	1063,287
DMU	476,505		476,505	
CH ₃ OH	107,231		1,072	106,159
UF	9053,602		9053,602	
H ₂ SO ₄				
Na ₂ SO ₄	8,631		8,631	
N ₂		44489,402		44489,402
O ₂		57037,695		57037,695
C ₂ H ₅ N ₃ O ₂	74,423		74,423	
Sub Total	10.891,897	101.527,097	9722,222	102.696,772
Total	112.418,994		112.418,994	

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas per Alat

Tabel 3. 6 Neraca panas Reaktor 01 (R-01)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
IN	2.746.652,663	
OUT		2.207.102,841
Reaksi		22.773.589,435
Pemanas	22.234.039,613	
TOTAL	24.980.692,276	24.980.692,276

Tabel 3. 7 Neraca panas Reaktor 02 (R-02)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
IN	2.516.990,730	
OUT		2.527.272.891
Reaksi		19.780.818,812
Pemanas	19.781.100,973	
TOTAL	22.308.091,703	22.308.091,703

Tabel 3. 8 Neraca panas Evaporator (EV-01)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
IN	2.527.989,905	
OUT <i>Top</i>		2.218.405,697
OUT <i>Bottom</i>		22.769.424,991
H pengupan	1820,065	
ΔH_s masuk	1.101.546,689	
ΔH_s keluar		3.268.221,441
TOTAL	3.629.536,594	3.629.536,594

Tabel 3. 9 Neraca panas Spray Dryer (SD-01)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Padatan	2.314.343,289	3.596.918,116
Udara	2.628.374,911	1.345800,085
TOTAL	4.942.718,200	4.942.718,200

Tabel 3. 10 Neraca panas Heat Exchanger 01 (HE-01)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
IN	242.805,384	
OUT		2.745.989,696
Pemanas	2.503.184,312	
TOTAL	2.745.989,696	2.745.989,696

Tabel 3. 11 Neraca panas Heat Exchanger 02 (HE-02)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
IN	146,216	
OUT		1.607,795
Pemanas	1.461,579	

TOTAL	1.607,795	1.607,795
--------------	------------------	------------------

Tabel 3. 12 Neraca panas Heat Exchanger 03 (HE-03)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
IN	2.216.799,888	
OUT		3.231.602,501
Pemanas	1.014.802,613	
TOTAL	3.231.602,501	3.231.602,501

Tabel 3. 13 Neraca panas Heat Exchanger 04 (HE-04)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
IN	197,013	
OUT		2.184,587
Pemanas	1.987,574	
TOTAL	2.184,587	2.184,587

Tabel 3. 14 Neraca panas Heat Exchanger 05 (HE-05)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
IN	2.527.272,891	
OUT		5.705.149,649
Pemanas	3.177.876,758	
TOTAL	5.705.149,649	5.705.149,649

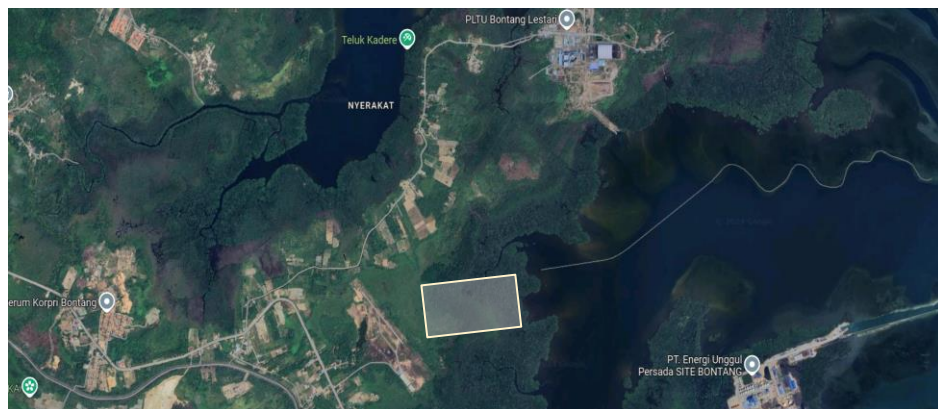
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam pendirian suatu pabrik untuk keberlangsungan operasional pabrik. Beberapa pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik diantaranya ketersediaan bahan baku, pemasaran produk, transportasi, lingkungan sekitar, utilitas dan faktor penunjang lainnya.

Berdasarkan faktor tersebut maka pabrik Urea Formaldehid akan didirikan di Kawasan Industri Bontang, Kalimantan Timur. Selain itu, dikarenakan Bontang merupakan kawasan industri terpadu.



Gambar 4. 1 Penentuan lokasi pabrik urea formaldehid

Adapun faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik tersebut, antara lain:

4.1.1 Sumber Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku sangat diperlukan dalam pendirian suatu pabrik. Kemudahan dalam mendapatkan bahan baku dan kedekatan dengan sumber bahan baku dapat meminimalisir biaya transportasi dan bahan baku menuju pabrik. Pada perencanaan pabrik Urea Formaldehid yang akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur ini, memerlukan bahan baku utama yaitu Urea dan Formaldehid yang direncanakan akan dibeli dari PT. Pupuk Kalimantan serta bahan baku penunjang Natrium Hidroksida dan Asam sulfat. Selain itu, Bontang merupakan kawasan industri sehingga pajak, karakter tanah, pengolahan limbah dan pengadaan energi telah diperhitungkan dan tersedia.

4.1.2 Pemasaran Produk

Pemasaran merupakan salah satu hal yang mempengaruhi studi kelayakan proses. Pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan kelangsungan proyek. Bontang merupakan kawasan yang relatif strategis untuk pemasaran produk, terutama untuk pabrik yang menggunakan bahan baku atau bahan tambahan urea formaldehid.

4.1.3 Penyediaan Utilitas

Kota Bontang terdiri atas 3 Daerah Aliran Sungai (DAS), yaitu DAS Guntung, DAS Bontang dan DAS Nyerakat yang akan menjadi sumber Utilitas prarancangan pabrik urea formaldehid. Untuk sumber tenaga

listrik terdapat beberapa kawasan pembangkitan tenaga listrik antara lain Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) yang terletak di utara, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) di daerah tengah dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di selatan.

4.1.4 Transportasi

Sarana transportasi juga merupakan faktor yang penting dalam penentuan dan pemilihan lokasi pabrik. Sarana transportasi ini mencakup sarana transportasi darat maupun laut. Bontang yang merupakan kawasan industri telah memenuhi kriteria ini, dengan adanya jalan raya yang menghubungkan kawasan industri dengan sumber bahan baku maupun lokasi pemasaran produk. Juga dengan adanya pelabuhan kapal yang dilengkapi dengan fasilitas yang memadai.

4.1.5 Kondisi Masyarakat

Pendirian pabrik urea formaldehid ini diperkirakan akan didukung oleh masyarakat di lingkungan sekitar, karena hal ini dapat menunjang ketersediaan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik atau *plant layout* merupakan tempat kedudukan dari keseluruhan bagian yang ada di pabrik. Tata letak pabrik meliputi tempat

perkantoran, tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung serta tempat lainnya yang mendukung keberlangsungan proses produksi pabrik.

4.2.1 Perkantoran/Administrasi

Daerah perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik, urusan dengan pihak luar dan pihak dalam pabrik.

4.2.2 Daerah Proses

Daerah proses merupakan daerah yang digunakan untuk meletakkan alat- alat proses penunjang kegiatan produksi. Daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari daerah lainnya.

4.2.3 Fasilitas Umum

Daerah ini merupakan pusat fasilitas yang dapat digunakan oleh karyawan. Fasilitas umum ini meliputi perumahan, poliklinik, kantin, area parkir, tempat ibadah, taman, dan sebagainya.

4.2.4 Perluasan Pabrik

Area perluasan di dalam suatu pabrik perlu diperhatikan dalam alasan mengantisipasi kemungkinan adanya peningkatan kapasitas produksi dimasa yang akan datang. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan penyediaan lahan kosong sebagai antisipasi.

4.2.5 Harga Tanah

Harga tanah merupakan faktor yang membatasi kemampuan penyediaan awal. Harga tanah ini perlu dikaitkan dengan rencana jangka panjang. Apabila harga tanah tinggi, maka diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemanfaatan tanah.

4.2.6 Kualitas, Kuantitas, dan Letak Bangunan

Kualitas, kuantitas, dan letak bangunan harus memenuhi standar bangunan pabrik berupa kekuatan fisik maupun kelengkapannya. Keteraturan dalam penempatan bangunan akan membantu dalam kemudahan kerja serta perawatan alat.

4.2.7 Faktor Keamanan

Keamanan yang perlu diperhatikan dalam penataan letak pabrik ini meliputi keamanan terhadap adanya ledakan, asap, bahaya kebakaran, gas beracun dan hal lainnya. Untuk itu, perlu diadakannya alat pemadam kebakaran di beberapa titik yang berbahaya dan dapat memicu kebakaran. Selain itu, tangka penyimpanan produk atau unit lain yang mudah meledak harus diletakkan di area khusus serta perlu diberi jarak antarbangunan guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri apabila terjadi situasi berbahaya.

4.2.8 Pengolahan Limbah

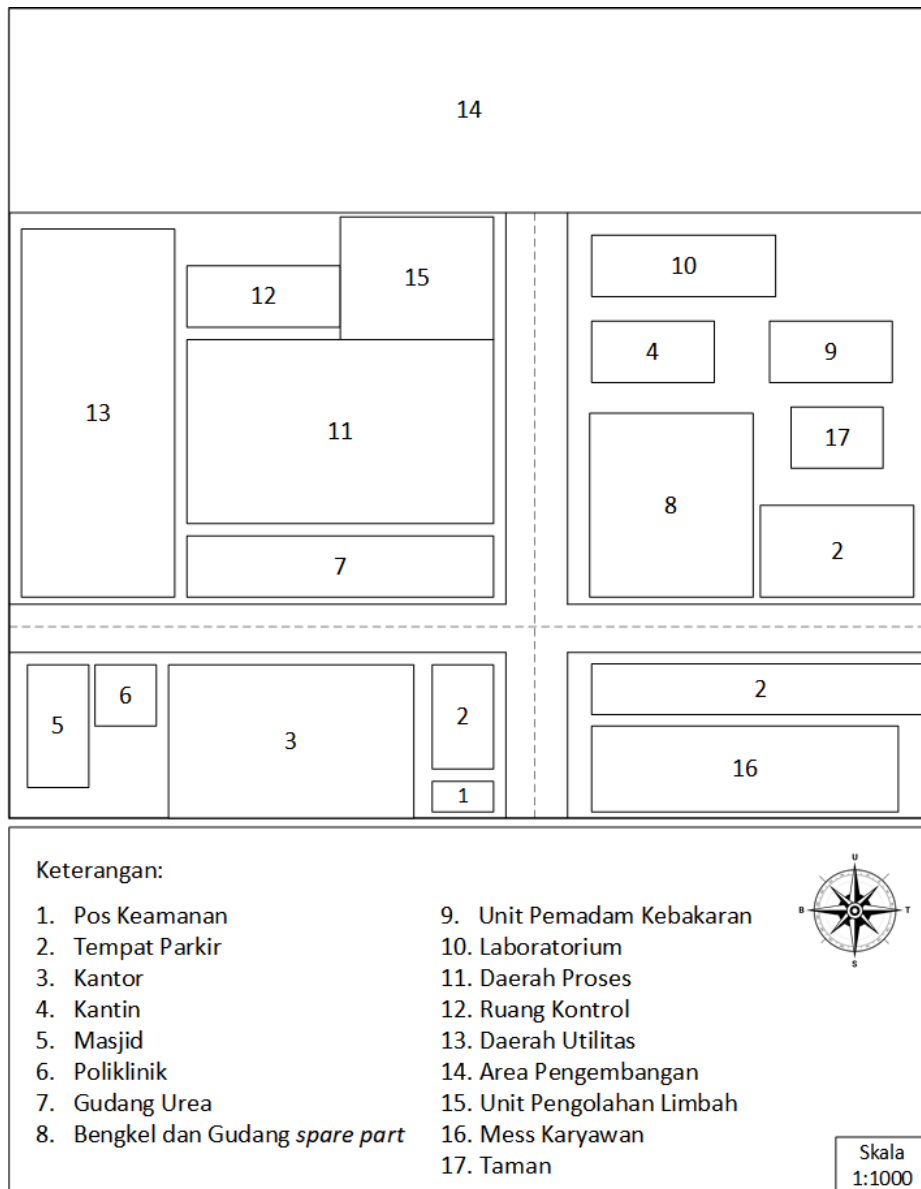
Selain hal-hal yang berpengaruh terhadap kegiatan produksi, pabrik juga harus mempertimbangkan aspek sosial dan kelestarian lingkungan sekitar. Salah satu faktor yang berkaitan dengan lingkungan sekitar adalah memperhatikan masalah pembuangan limbah hasil produksi. Perlu diperhatikan dengan baik terkait batas maksimal kandungan komponen berbahaya dari limbah yang dihasilkan. Maka dari itu, diperlukan adanya unit pengolahan limbah guna mengolah limbah hasil produksi agar tidak membahayakan lingkungan sekitar.

Perincian luas tanah yang digunakan sebagai tempat berdirinya pabrik dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Rincian luas tanah bangunan pabrik urea formaldehid

No	Nama Bangunan	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
1	Pos Keamanan	10	5	50
2	Tempat Parkir	100	10	1000
3	Kantor	40	25	1000
4	Kantin	20	10	200
5	Masjid	10	20	200
6	Poliklinik	10	10	100
7	Gudang Urea	50	10	500
8	Bengkel dan Gudang Spare Part	26.67	30	800
9	Pemadam Kebakaran	20	10	200
10	Laboratorium	30	10	300
11	Daerah Proses	50	30	1500

12	Ruang Kontrol	25	10	250
13	Daerah Utilitas	25	60	1500
14	Area Pengembangan	150	33.33	5000
15	Unit Pengolahan Limbah	25	20	500
16	Mess	50	14	700
17	Taman	15	10	150
18	Jalan	450	5	2250
19	Luas Bangunan	155	100	15500
20	Luas Tanah	150	120	18000
Luas Bangunan				16.200
Luas Tanah				19.800



Gambar 4. 2 Denah Peletakan bangunan pabrik

4.2.9 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

Tata letak mesin/alat proses atau machines layout merupakan pengaturan yang maksimum dari komponen-komponen fasilitas pabrik. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak alat proses, antara lain:

a. 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.

b. Aliran Udara

Sirkulasi udara di dalam dan sekitar area proses harus dipastikan kelancarannya. Sirkulasi udara yang lancar diperlukan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan.

c. Pencahayaan

Pencahayaan di seluruh area pabrik harus memadai terutama pada malam hari karena pabrik bekerja selama 24 jam sehari. Selain itu, pada tempat-tempat tertentu dimana terdapat alat-alat proses yang mempunyai risiko akan bahaya yang tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

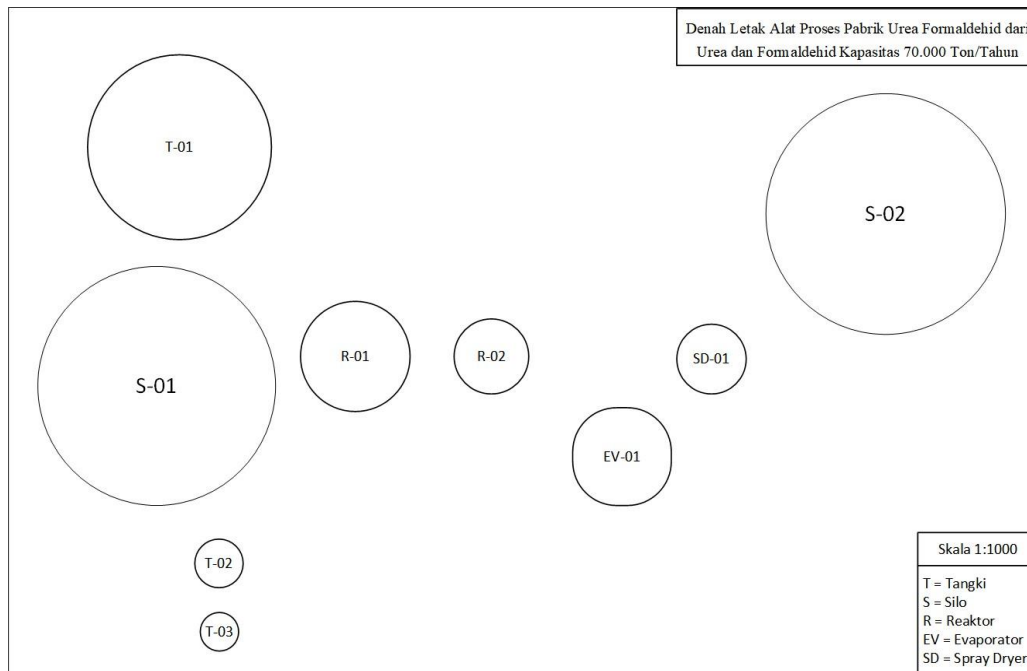
d. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Lalu lintas manusia dan kendaraan di area proses juga harus menjadi perhatian termasuk jarak antar alat, lebar jalan dan kemudahan akses bagi karyawan untuk mencapai alat-alat proses. Hal ini dilakukan agar apabila terjadi gangguan pada alat,

karyawan dapat dengan cepat memperbaiki sehingga dapat meminimalisir potensi bahaya yang dapat ditimbulkan.

e. Jarak antar Alat Proses

Dalam penyusunan alat proses, jarak antar alat proses harus diperhitungkan dengan cermat, terutama pada alat yang beroperasi dan bersuhu tinggi. Penyusunan alat proses harus saling berurutan berdasarkan urutan kerja dan fungsinya, Untuk alat proses yang beroperasi pada suhu dan tekanan tinggi ditempatkan terpisah dari alat proses lainnya serta harus mudah dijangkau oleh pemadam kebakaran. Setiap alat harus ditempatkan di tempat yang cukup, sehingga mudah untuk pemeriksaan, perbaikan, dan pemindahan alat guna menjamin keselamatan kerja. Pengaturan alat kontrol dilakukan pada ruang kendali (*control room*).



Gambar 4. 3 Denah letak alat proses pabrik urea formaldehid

4.3 Struktur Organisasi

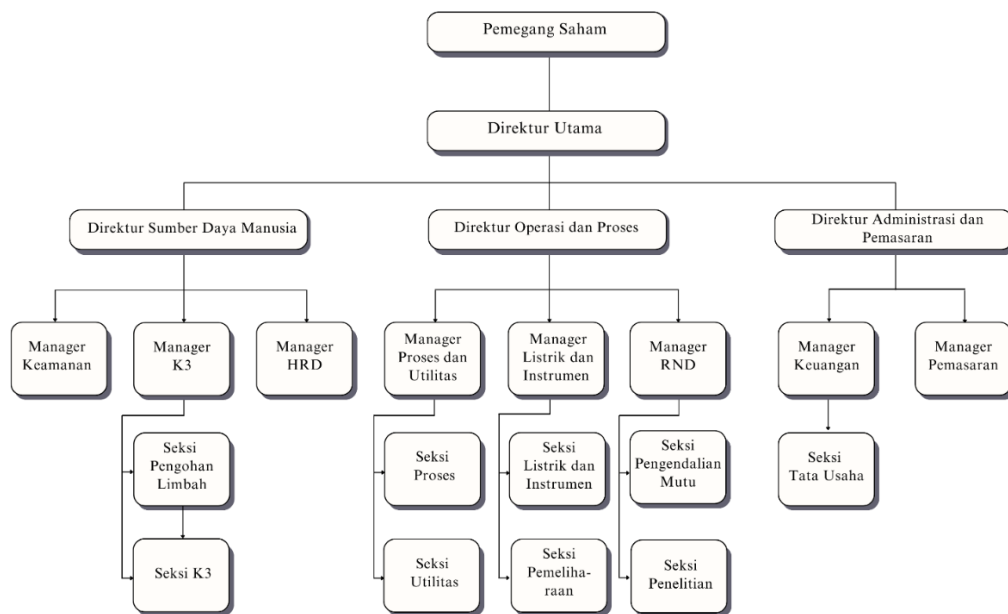
Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Dengan adanya struktur yang baik maka antara jabatan dapat memahami batasan masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Terdapat dua kelompok yang berpengaruh dalam menjalankan garis organisasi staf ini, yaitu :

- a. Sebagai garis atau ahli yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan

- b. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.
- c. Dalam menjalankan tugas dan wewenangnya, para pemegang saham yang merupakan pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris. Dalam menjalankan tugas perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur di bawahnya. Baik Dewan Komisaris maupun Direktur Utama dipilih oleh para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham.

Struktur organisasi perusahaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4. 4 Struktur organisasi perusahaan

4.3.1 Tugas dan Wewenang

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris dipilih oleh seluruh anggota pemegang saham melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Biasanya anggota Dewan Komisaris adalah orang atau badan hukum yang memiliki saham mayoritas atau memiliki pengalaman dalam perusahaan. Anggota Dewan memiliki tanggung jawab kepada Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) terhadap seluruh kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan. Berikut adalah tugas dari dewan komisaris:

- a. Menunjuk dan membentuk jajaran direktur yang akan mengoperasikan perusahaan
- b. Melakukan pengontrolan kinerja pada jajaran direktur
- c. Mengorganisasikan pelaksanaan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

2. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris terhadap segala kebijakan perusahaan yang telah diambil.

Tugas direktur umum adalah sebagai berikut:

- a. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan, sehingga komunikasi antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen dapat berlangsung dengan baik.

- b. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- c. Mengkoordinasi kerja sama antara bagian operasi, sumber daya manusia, dan administrasi.

3. Direktur Sumber Daya Manusia

Direktur sumber daya manusia bertugas menjaga kualitas SDM dalam perusahaan melalui pelatihan kerja sehingga dapat tetap menjaga etos kerja dari setiap karyawan.

4. Direktur Operasi dan Proses

Direktur operasi dan proses dalam menjalankan tugasnya memiliki wewenang dalam merumuskan kebijaksanaan teknik dan operasi pabrik serta mengawasi kesinambungan operasional pabrik.

Direktur Operasi dan Proses membawahi:

a. Manager Proses dan Utilitas

Memiliki wewenang untuk :

- 1) Menjalankan proses
- 2) Mengawasi persediaan bahan baku dan penyimpanan hasil produksi transportasi produk
- 3) Bertanggung jawab atas kelancaran fungsional dan utilitas

b. Manager Pemeliharaan Listrik dan Instrumentasi

Memiliki wewenang untuk:

- 1) Mengawasi dan melaksanakan pemeliharaan peralatan pabrik serta menjaga keselamatan kerja
- 2) Melakukan perbaikan serta mendukung kelancaran operasi

3) Melakukan pengecekan terhadap instrumentasi kelistrikan

c. Manager RND

Memiliki wewenang untuk:

- 1) Melakukan pengecekan terhadap instrumentasi kelistrikan
- 2) Melakukan percobaan terhadap material proses yang sudah selesai produksi untuk bisa didistribusikan ke pasaran

5. Direktur Administrasi dan Pemasaran

Direktur administrasi dan pemasaran dalam menjalankan tugasnya memiliki wewenang untuk merencanakan anggaran belanja dan pendapatan perusahaan serta melakukan pengawasan terhadap keuangan perusahaan

6. Seksi

Setiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya. Seksi-seksi tersebut terdiri dari:

a. Seksi Proses

Bertanggung Jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.

b. Seksi Utilitas

Bertanggung jawab dalam penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

c. Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukung proses produksi.

d. Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung Jawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.

e. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.

f. Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Bertanggung Jawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.

g. Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Bertanggung Jawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

h. Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung Jawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.

i. Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis dibidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta aset perusahaan.

j. Seksi Keamanan

Bertanggung Jawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.3.2 Jadwal Kerja dan Sistem Gaji Karyawan

1. Jadwal Kerja

Pabrik Urea Formaldehid akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau shut down. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan karyawan *non-shift* (harian) dan karyawan shift.

a. Karyawan *non-shift*

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan non shift adalah direktur, staf ahli, kepala bagian,

kepala seksi serta seluruh yang tugasnya berada di kantor. Karyawan non shift dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut:

Senin - Kamis : 08.00 – 16.00 WIB
(Istirahat 12.00 – 13.00)
Jum'at : 08.00 – 16.00 WIB
(Istirahat 11.30 – 13.30)
Sabtu-Minggu : Hari libur, termasuk hari libur nasional

b. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi sehingga tidak dapat ditinggalkan. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, termasuk petugas keamanan yang menjaga sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, termasuk petugas keamanan yang menjaga keamanan selama proses produksi berlangsung. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut :

Shift Pagi : 08.00 – 16.00
Shift Sore : 16.00 – 00.00
Shift Malam : 00.00 – 08.00

Sistem kerja bagi karyawan produksi diatur menurut pembagian *shift* dan dilakukan secara bergiliran. Hal ini dilakukan karena tempat-tempat pada proses produksi memerlukan kerja rutin selama 24 jam secara terus- menerus. Pembagian *shift* dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapat cuti selama 12 hari tiap tahunnya. Adapun jam kerja *shift* dalam 1 hari diatur dalam 3 *shift* yang dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Pembagian jam kerja setiap *shift*

Kelompok Kerja	Jam Kerja	Jam Istirahat
<i>Shift</i> 1	06.30-14.30	10.30-11.30
<i>Shift</i> 2	14.30-22.30	18.30-19.30
<i>Shift</i> 3	22.30-06.30	02.30-03.30

Masing-masing *shift* dikepalai satu orang. Jadwal kerja masing- masing regu dapat dilihat pada tabel 4.3 – 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Jadwal kerja *shift*

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III	

B	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III			I
C	III	III			I	I	II	II	III	III			I	I	II
D			I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III

Tabel 4. 3 Jadwal kerja *shift* (lanjutan)

Regu	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A		I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III
B	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III		
C	II	III	III			I	I	II	II	III	III			I	I
D	III			I	I	II	II	III	III			I	I	II	II

Keterangan :

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

A,B,C,dan D : Regu Kerja

I, II, III : *Shift* ke-

 : Libur

2. Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian besarnya gaji pada perusahaan ini didasarkan atas ketentuan jabatan atau golongan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, dan lingkungan yang berkaitan dengan risiko kerja. Pembagian gaji terbagi menjadi tiga jenis, yaitu :

a. Gaji Bulanan

Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan dan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya.

b. Gaji Harian

Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian dan karyawan borongan.

c. Gaji Lembur

Gaji lembur merupakan gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Rincian gaji setiap karyawan pada setiap jabatan dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Rincian gaji karyawan setiap jabatan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rupiah)
1	Dewan Komisaris	2	45.000.000
2	Direktur Utama	1	35.000.000
3	Direktur Operasi dan Produksi	1	35.000.000
4	Direktur Administrasi dan Umum	1	35.000.000
5	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1	35.000.000
6	Ka. Bag. Perencanaan dan Pengendalian	1	20.000.000
7	Ka. Bag. Teknologi	1	20.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi Keuangan	1	20.000.000
9	Ka. Bag. PSDM	1	20.000.000
10	Ka. Bag. Umum	1	20.000.000
11	Ka. Bag IT	1	20.000.000

12	Ka. Sek. Utilitas	1	15.000.000
13	Ka. Sek. Bengkel dan Pemeliharaan	1	15.000.000
14	Ka. Sek. Operasi dan Pemeliharaan	1	15.000.000
15	Ka. Sek. Proses	1	15.000.000
16	Ka. Sek. Adminitrasi Pemasaraan	1	15.000.000
17	Ka. Sek. Adminitrasi Penjualan	1	15.000.000
18	Ka. Sek. Pengolahan Energi	1	15.000.000
19	Ka. Sek. Pengendalian Kualitas	1	15.000.000
20	Ka. Sek. Keamanan	1	15.000.000
21	Ka. Sek. Pelayanan Umum	1	15.000.000
22	Ka. Sek. Akuntansi Biaya	1	15.000.000
23	Ka. Sek. Pelapor Keuangan dan Manajemen	1	15.000.000
24	Ka. Sek. Keuangan	1	15.000.000
25	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamtan Kerja	1	15.000.000
26	Karyawan Pemasaran	5	10.000.000
27	Karyawan K3	6	10.000.000
28	Karyawan Kas/Anggaran	4	10.000.000
29	Karyawan Proses dan Utilitas	36	10.000.000
30	Karyawan Pemeliharaan	5	7.000.000
31	Perawat	4	5.800.000
32	Satpam	8	3.500.000
33	Supir	10	3.800.000
34	<i>Cleaning Service</i>	10	3.800.000
Total		113	581.300.000

BAB V

UTILITAS

Utilitas merupakan unit penunjang dan pendukung produksi dan sarana dalam menyediakan, mempersiapkan, serta mendistribusikan segala bahan penunjang operasional. Unit utilitas pada pabrik urea formaldehid dari urea dan formaldehid dengan kapasitas 70.000 ton/tahun ini terbagi atas beberapa unit sebagai berikut :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyedia Udara Tekan
5. Unit Penyedia Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

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

5.1.1 Penyediaan Air

Peran air sangat penting dalam suatu proses produksi, baik untuk kebutuhan air umpan boiler untuk menghasilkan steam, air proses dan kebutuhan domestik, serta air pendingin. Pemenuhan segala kebutuhan air suatu industri umumnya dipenuhi melalui pembelian air maupun sumber mata air terdekat seperti sumur, sungai, danau, maupun laut. Pada perancangan pabrik urea

formaldehid ini dipilih air dari sungai Bontang untuk memenuhi segala kebutuhan air dengan pertimbangan :

1. Air sungai termasuk sumber air yang relatif besar sehingga ketersediaan air akan selalu ada dan sekaligus mencegah terjadinya kendala kekurangan air.
2. Pengolahan air sungai relatif mudah, sederhana dan lebih murah jika dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang terbilang cukup rumit dan memerlukan biaya yang lebih banyak.
3. Letak sungai berada didekat lokasi pabrik meminimalisir pengeluaran biaya pengolahan air.

Kebutuhan air untuk pabrik urea formaldehid ini dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan keperluan, yaitu :

1) Air Domestik

Air domestik digunakan untuk keperluan perumahan serta perkantoran. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 17 pasal 6 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, menjelaskan bahwa kebutuhan air per orang minimal sebanyak 60 liter/orang/hari. Dengan jumlah karyawan pabrik sebanyak 138 orang serta perumahan karyawan maka rincian kebutuhan air domestik keseluruhan dapat dijelaskan sebagai berikut:

Kebutuhan Air Karyawan

Jumlah Karyawan	:	142	
Kebutuhan per Orang	:	60	Liter/hari
Total Kebutuhan	:	8.254,69	kg/hari
	:	343,95	kg/jam

Kebutuhan Perumahan Karyawan

Jumlah rumah	:	35	
Jumlah orang per rumah	:	60	Liter/hari
Total Kebutuhan	:	8.400	kg/hari
	:	350	kg/jam

Kebutuhan Air

Karyawan	:	343,95	kg/jam
Perumahan Karyawan	:	350	kg/jam
Total	:	8.400	kg/jam

2) Air Kebutuhan Steam

Air steam digunakan sebagai media pemanas dalam pabrik. Air yang digunakan untuk umpan boiler harus memenuhi beberapa persyaratan diantaranya tidak mengandung zat penyebab scaling, fouling, dan foaming.

Kebutuhan steam untuk peralatan pada pabrik ini terlampir pada Tabel berikut:

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Steam pada alat proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah <i>Steam</i> (kg/jam)
Reaktor 1	R-01	194,190
Reaktor 2	R-02	0,101
Heat Exchanger 1	HE-01	852,944
Heat Exchanger 2	HE-02	0,495
Heat Exchanger 3	HE-03	345,619
Heat Exchanger 4	HE-04	0,673
Heat Exchanger 5	HE-05	6.127
Evaporator 1	EV-01	1.171
Total		8.693

Perancangan akan dibuat over design sebesar 20% dari total kebutuhan sehingga menjadi 10.432 kg/jam. Proses pada boiler menggunakan air pembangkit steam sebesar 80% dari jumlah kebutuhan untuk dimanfaatkan kembali sehingga diperlukan adanya air make-up sebesar 20% dari kebutuhan. Adanya penambahan air make-up diakibatkan oleh adanya blowdown pada boiler sebesar 15% dan penggunaan steam trap sebesar 5% sehingga total air make-up yang dibutuhkan sebanyak 2.503 kg/jam.

3) Air untuk layanan umum dan laboratorium

Air tersebut digunakan untuk suplai kebutuhan diluar aktivitas utama pabrik seperti bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran, poliklinik, kantin, mushola dan taman. Kebutuhan air diperkirakan sebesar 250 kg/jam dengan perincian sebagai berikut.

Tabel 5. 2 Kebutuhan air pada fasilitas pabrik

No.	Jenis Kebutuhan	Kebuthan air (kg/jam)
1	Bengkel	25
2	Laboratorium	60
3	Pemadam Kebakaran	45
4	Poliklinik	40
5	Kantin	30
6	Mushola	25
7	Taman	25
Total		250

5.1.2 Pengolahan Air

Air yang digunakan untuk kebutuhan air pendingin, steam, air domestik, dan air layanan umum berupa air sungai sehingga harus melalui beberapa tahapan pengolahan sebelum dapat digunakan. Tahapan pengolahan air meliputi dua jenis pengolahan yaitu pengolahan secara fisis dan pengolahan secara kimiawi sebagai berikut:

1. Penghisapan

Air yang berasal dari sungai akan dipompa dan dialirkan menuju alat penyaringan kasar (Screen) guna menghilangkan kotoran yang berukuran cukup besar yang terikut dalam aliran air.

2. *Screening*

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan kotoran yang terdapat dalam air. Penyaringan dilakukan menggunakan saringan kasar, Penyaringan kasar bertujuan untuk memisahkan kotoran yang berukuran cukup besar seperti daun, ranting, dan sampah lainnya tanpa bantuan bahan kimia. Pada alat saringan akan dilengkapi dengan pembilas untuk menghilangkan kotoran sehingga meminimalisir terjadinya kerusakan alat maupun penumpukan kotoran.

3. Koagulasi dan Flokulasi

Pada tahapan ini, dilakukan proses koagulasi yang bertujuan untuk menggumpalkan partikel koloid yang sebelumnya sudah ditambahkan zat kimia tertentu dan penambahan tersebut menyebabkan partikel menjadi netral dan membentuk endapan. Koagulan yang umumnya digunakan berupa tawas atau aluminium sulfat $Al_2(SO_4)_3$. Selanjutnya terdapat proses flokulasi yang bertujuan untuk mempercepat proses penggabungan gumpalan partikel hasil proses koagulasi menjadi gumpalan yang lebih besar dan selanjutnya akan dipisahkan dengan tahapan sedimentasi dan filtrasi.

4. Sedimentasi

Proses sedimentasi akan dilakukan pada bak yang bertujuan untuk mengendapkan secara alami flok yang terbentuk akibat proses koagulasi dan flokulasi. Flok yang terbentuk akan dibuang melalui *blow down*.

5. Sand Filter

Pada tahapan ini, air dari bak sedimentasi akan dialirkan menuju alat sand filter untuk proses filtrasi. Air akan dialirkan dari bagian atas ke bagian bawah dan melewati media filter yang menyaring partikel pengotor seperti suspended solid. Keluaran dari sand filter berupa air dengan kandungan suspended solid dibawah 1 ppm dan pH sebesar 6,5 sampai 7,5. Selanjutnya air dialirkan menuju bak penampungan sementara. Apabila sand

filter sudah kotor maka akan dibersihkan dengan metode back wash.

6. Penampung Air Bersih

Air yang telah melalui seluruh tahapan pre-treatment sudah dapat dikatakan sebagai air bersih dan akan ditampung dalam bak penampungan sementara. Kemudian air bersih akan didistribusikan ke tahap pengolahan tertentu agar dapat digunakan untuk keperluan seperti: air domestik, air layanan umum, dan air umpan boiler.

7. Kloronasi

Proses kloronasi merupakan proses penambahan klorin pada air untuk membunuh kuman, bakteri, jamur serta mikroorganisme lainnya sehingga air dapat layak dikonsumsi. Proses ini dilakukan pada air domestik yang disalurkan menuju perkantoran dan perumahan karyawan. Air yang telah melalui tahapan ini akan dialirkan menuju tangki penyimpanan air domestik.

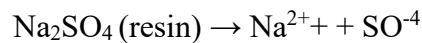
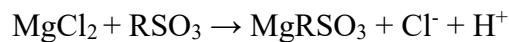
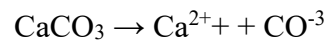
8. Demineralisasi

Sebelum dapat diumpankan ke dalam boiler, air umpan boiler harus melalui beberapa tahapan diantaranya demineralisasi dan deaerasi agar air tersebut terbebas dari mineral terlarut. Demineralisasi merupakan proses penghilangan kandungan ion pada air umpan boiler. Mineral/Ion

pengotor yang terkandung akan diambil menggunakan resin. Tahapan ini terbagi menjadi dua proses, yaitu kation exchanger dan anion exchanger.

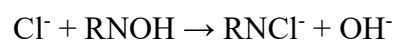
a) *Kation Exchanger*

Proses kation exchanger akan menghilangkan mineral seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} dan Na^+ dari air umpan. Ion-ion tersebut akan diganti dengan ion H^+ sehingga keluaran air akan mengandung anion dan ion H^+ . Berikut reaksi yang terjadi pada tahap kation exchanger:



b) *Anion Exchanger*

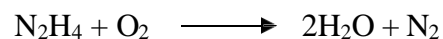
Proses anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif terlarut dalam air seperti CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- dan ion lainnya. Ion negatif yang terkandung menyebabkan air bersifat basa dan apabila terjadi proses pemanasan akan terbentuk gas CO_2 penyebab korosi. Berikut reaksi yang terjadi pada tahap anion exchanger:



Saat resin telah mencapai titik jenuh maka perlu dilakukan proses regenerasi agar resin dapat digunakan kembali. Proses regenerasi dilakukan dengan penambahan larutan NaOH.

9. Dearasi

Setelah melalui proses demineralisasi, air umpan boiler kemudian diumpankan menuju proses deaerasi yang bertujuan untuk menghilangkan gas terlarut dalam air seperti O₂ dan CO₂ yang dapat menyebabkan korosi. Korosi yang terjadi pada boiler dapat memperpendek umur penggunaan boiler. Untuk menghilangkan kandungan gas tersebut dapat menggunakan senyawa hidrazin (N₂H₄) yang berfungsi mengikat gas terlarut dalam air. Reaksi yang berlangsung dari deaerasi sebagai berikut:



Setelah proses deaerasi selesai maka air keluaran deaerator sudah dapat diumpankan ke dalam boiler. Untuk mengendalikan kadar suspended solid maka dibuat sistem blowdown. Sistem blowdown akan membuang sejumlah air umpan boiler untuk meminimalisir terjadinya kerak, karat, endapan yang tidak diperlukan dan masalah lainnya. Akibat

adanya sejumlah air umpan yang terbuang maka diperlukan make up water agar kebutuhannya tetap mencukupi.

5.2. Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini ditujukan untuk mensuplai kebutuhan steam selama proses produksi dengan menyediakan peralatan berupa ketel uap (boiler) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 22.999 kg/jam
Jenis : *Water tube boiler*
Jumlah : 1

Boiler akan dilengkapi dengan unit economizer safety valve system dan pengaman lain yang bekerja secara otomatis. Air dari water treatment plant terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg dengan menambahkan bahan kimia ke dalam boiler feed water tank. Kemudian kadar pH juga diatur hingga mencapai rentang 10,5-11,5 untuk menghindari terjadinya tingkat korosifitas yang tinggi. Umpan terlebih dahulu dimasukkan ke dalam economizer yang berupa alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari boiler. Air akan dipanaskan hingga mencapai suhu 300°C lalu diumpankan ke boiler.

Gas sisa pembakaran berasal dari alat burner dimana api yang keluar akan memanaskan lorong dan pipa bagian api dan gas tersebut masuk ke economizer untuk diserap panasnya oleh air hingga mendidih. Steam yang

telah terkumpul dialirkan menuju steam header untuk didistribusikan ke alat proses produksi.

5.3. Unit Pembangkit Listrik

Sumber kebutuhan listrik di pabrik asetaldehid ini disuplai oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Selain itu terdapat generator yang difungsikan sebagai sumber listrik cadangan apabila sumber listrik utama mengalami gangguan atau terjadi pemadaman secara mendadak. Generator yang digunakan berjenis generator diesel dengan bahan bakar utama berupa solar dengan spesifikasi sebagai berikut:

Kapasitas : 1000 kW
 Jenis : AC Generator

Kebutuhan listrik yang harus disuplai untuk pabrik asetaldehid terbagi menjadi beberapa bagian diantaranya :

- a. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 5. 3 Kebutuhan listrik pada alat proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		HP	Watt
Pompa 1	P-01	3	2237,1
Pompa 2	P-02	3	2237,1
Pompa 3	P-03	0,05	37,285
Pompa 4	P-04	0,05	37,285

Pompa 5	P-05	1,5	1118,55
Pompa 6	P-06	1,5	1118,55
Pompa 7	P-07	0,05	37,285
Pompa 8	P-08	0,05	37,285
Pompa 9	P-09	2	1491,4
Pompa 10	P-10	2	1491,4
Total		13,2	9843,24

b. Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 5. 4 Kebutuhan listrik pada utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		HP	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2.0000	1491.4000
Blower Cooling Tower	BL-01	75.0000	55927.5000
Kompresor Udara	CP-01	3.0000	2237.1000
Pompa-01	PU-01	10.0000	7457.0000
Pompa-02	PU-02	15.0000	11185.5000
Pompa-04	PU-04	0.0500	37.2850
Pompa-05	PU-05	15.0000	11185.5000
Pompa-06	PU-06	15.0000	11185.5000
Pompa-07	PU-07	5.0000	3728.5000

Pompa-08	PU-08	7.5000	5592.7500
Pompa-09	PU-09	7.5000	5592.7500
Pompa-10	PU-10	0.0500	37.2850
Pompa-11	PU-11	0.0500	37.2850
Pompa-12	PU-12	0.0500	37.2850
Pompa-13	PU-13	0.0500	37.2850
Pompa-14	PU-14	0.0500	37.2850
Pompa-15	PU-15	1.5000	1118.5500
Pompa-16	PU-16	7.5000	5592.7500
Pompa-17	PU-17	3.0000	2237.1000
Pompa-18	PU-18	3.0000	2237.1000
Pompa-19	PU-19	3.0000	2237.1000
Total		188.3000	140,415.310

c. Kebutuhan Listrik Alat Kontrol

Listrik yang disuplai untuk kebutuhan alat kontrol diperkirakan sebesar 25% dari total kebutuhan listrik penggerak motor atau sebesar 37,9002 kW.

d. Kebutuhan Listrik Perumahan

Listrik yang akan disuplai untuk kebutuhan area perumahan pabrik terdiri dari listrik untuk rumah dan listrik untuk sarana lingkungan sekitar perumahan yang besarnya sekitar 40%. Untuk kebutuhan listrik setiap rumah diperkirakan sebesar 680 watt/rumah dengan total 23,8 kW untuk 35 rumah serta 9,52 kW untuk sarana lingkungan perumahan sehingga dibutuhkan daya total sebesar 33,32 kW.

e. Kebutuhan Listrik Layanan Umum dan Laboratorium

Listrik yang disuplai akan dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan dari bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran, poliklinik, kantin, mushola dan taman. Jumlah listrik yang disuplai diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik penggerak motor atau sebesar 21,062 kW.

f. Kebutuhan Listrik Penerangan

Listrik yang dibutuhkan untuk penerangan area pabrik dan sekitarnya diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik penggerak motor atau sebesar 21,062 kW.

g. Kebutuhan Listrik Perkantoran

Kebutuhan listrik perkantoran meliputi penggunaan AC, komputer, monitor, dan lainnya. Jumlah suplai listrik diperkirakan mencapai 15% dari total kebutuhan listrik penggerak motor atau sebesar 21,062 kW.

Tabel 5. 5 Total Kebutuhan listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	<i>Power plant</i>	9,843
2	Utilitas	140,415
3	Penerangan	21,062
4	Peralatan kantor	21,062
5	Bengkel laboratorium	21,062
6	Perumahan	33,320
7	Instrumentasi	35,104
Total		281,8693

5.4. Unit Penyedia Udara Tekan

Pada pabrik ini diperlukan udara tekan yang digunakan untuk menggerakkan instrument kontrol yang bekerja secara pneumatik. Dalam pabrik asetaldehid terdapat sekitar 13 alat control yang memerlukan udara tekan. Perkiraan udara tekan yang dibutuhkan untuk semua alat control sekitar 24,2986 m³/Jam dengan tekanan 6,267 atm.

5.5. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertanggungjawab dalam penyediaan kebutuhan bahan bakar pabrik. Bahan bakar yang tersuplai berupa bahan bakar untuk kebutuhan generator, boiler dan furnace. Jenis bahan bakar yang digunakan diantaranya solar untuk generator listrik serta fuel oil untuk furnace dan boiler.

5.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi, aktivitas karyawan dan unit utilitas dari pabrik asetaldehid berupa limbah cair. Sebelum dapat dibuang, limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu untuk menghindari terjadinya risiko pencemaran lingkungan sekitar. Limbah cair yang akan diolah diantaranya berasal dari laboratorium, layanan umum, proses produksi, kantor dan perumahan.

- a. Limbah laboratorium diolah dengan proses physical treatment (proses pengendapan dan penyaringan), chemical treatment

(penambahan bahan kimia, pengontrol pH) dan biological treatment.

- b. Air buangan domestik dari perkantoran dan perumahan akan dikumpulkan dahulu ke dalam satu bak khusus yang kemudian akan diolah dalam unit stabilisasi. Pada unit tersebut, air akan ditambahkan lumpur aktif yang bertindak sebagai desinfektan, aerasi dan injeksi gas klorin yang akan membunuh mikroorganisme yang terkandung dalam air.
- c. Buangan dari proses utilitas yaitu dari unit demineralisasi harus dinetralkan terlebih dahulu sebelum dapat dibuang. Apabila air buangan memiliki pH lebih dari 7 maka akan ditambahkan NaOH sedangkan pH kurang dari 7 akan ditambahkan H₂SO₄.

5.7. Spesifikasi Alat Utilitas

5.7.1 Spesifikasi Pompa Utilitas

Tabel 5. 6 Spesifikasi pompa utilitas

Parameter	Identifikasi			
Kode Alat	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>screening</i>	Mengalirkan air sungai dari <i>screening</i> ke Reservoir/ Sedimentasi (BU-01)	Mengalirkan air dari bak sedimentasi (B-01) menuju bak Koagulasi dan Flokulasi	Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01) menuju ke Bak

			(BU-02)	
Kapasitas (gpm)	58,527	71,856	68,263	0,0025
Tipe	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>			
Efisiensi Pompa	88%	92%	91%	45%
Daya Motor (hp)	10	15	15	0,05
Jumlah	1	1	1	1
Bahan	<i>Commercial Steel</i>			
Spesifikasi				
IPS (in)	12	12	12	0,125
No. Sch	40	30	30	40
OD (in)	12,75	12,75	12,75	0,405
ID (in)	12,090	12,090	12,090	0,269

Tabel 5.6 Spesifikasi pompa utilitas (lanjutan)

Parameter	Identifikasi			
Kode Alat	PU-05	PU-06	PU-07	PU-08
Fungsi	Mengalirkan air dari bak koagulasi dan flokulasi (BU-02) menuju ke	Mengalirkan air dari bak pengendap 1 (BU-03) menuju bak	Mengalirkan air dari bak pengendap 2 (BU-03) menuju bak saringan	Mengalirkan air dari bak <i>sand filter</i> /bak saringan pasir (FU-

	bak pengendapan	pengendap 2 (BU-04)	pasir (FU-02)	02) menuju bak penampung sementara 2 (BU-05)
Kapasitas (gpm)	68,263	64,850	61,608	58,527
Tipe	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>			
Efisiensi Pompa	91%	91%	90%	90%
Daya Motor (hp)	15	15	5	8
Jumlah	1	1	1	1
Bahan	<i>Commercial Steel</i>			
Spesifikasi				
IPS (in)	12	12	12	12
No. Sch	40	40	30	30
OD (in)	12,75	12,75	12,75	12,75
ID (in)	12,090	12,090	12,090	12,090

Tabel 5.6 Spesifikasi pompa utilitas (lanjutan)

Parameter	Identifikasi			
Kode Alat	PU-09	PU-10	PU-11	PU-12
Fungsi	Mengalirkan air dari bak	Mengalirkan kaporit dari tangki	Mengalirkan air dari tangki	Mengalirkan air dari tangki

	penampung sementara (BU-05) menuju ke area kebutuhan air	kaporit (TU-03) menuju tangki klorinasi (TU-02)	klorinasi menuju tangki air bersih (TU-04)	bersih (TU-04) menuju area domestik
Kapasitas (gpm)	58,627	0,0000257	3,570	3,570
Tipe	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>			
Efisiensi Pompa	90%	45%	45%	45%
Daya Motor (hp)	7.50	0,05	0,05	0,05
Jumlah	1	1	1	1
Bahan	<i>Commercial Steel</i>			
Spesifikasi				
IPS (in)	12	0,128	0,75	0,75
No. Sch	30	40	40	40
OD (in)	12,75	0,405	0,824	0,824
ID (in)	12,090	0,269	1,05	1,05

Tabel 5.6 Spesifikasi pompa utilitas (lanjutan)

Parameter	Identifikasi			
Kode Alat	PU-13	PU-14	PU-15	PU-16

Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki air servis menuju Tangki air bertekanan	Mengalirkan air dari Tangki air bertekanan menuju area kebutuhan servis	Mengalirkan air dari tangki penampung H ₂ SO ₄ menuju Mixed Bed (TU-05)	Mengalirkan air dari Mixed Bed (TU-05) menuju Tangki air Demin
Kapasitas (gpm)	1,2962	1,2962	53,671	53,671
Tipe	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>			
Efisiensi Pompa	45%	45%	80%	80%
Daya Motor (hp)	0,05	0,05	1,5	7,5
Jumlah	1	1	1	1
Bahan	<i>Commercial Steel</i>			
Spesifikasi				
IPS (in)	0,375	0,375	6	6
No. Sch	40	40	40	40
OD (in)	0.675	0,675	6,625	6,625

ID (in)	0,493	0,493	6,065	6,065
---------	-------	-------	-------	-------

Tabel 5.6 Spesifikasi pompa utilitas (lanjutan)

Parameter	Identifikasi		
Kode Alat	PU-17	PU-18	PU-19
Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki air Demin menuju Tangki Deaerator (De-01)	Mengalirkan larutan hydrazine dari Tangki N ₂ H ₄ (T-09) menuju Tangki Deaerator (De-01)	Mengalirkan air dari Deaerator (De-01) menuju Boiler
Kapasitas (gpm)	53,671	53,671	53,671
Tipe	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>		
Efisiensi Pompa	80%	80%	80%
Daya Motor (hp)	3	3	3
Jumlah	1	1	1
Bahan	<i>Commercial Steel</i>		
Spesifikasi			
IPS (in)	6	6	6
No. Sch	40	40	40
OD (in)	6,63	6,63	6,63
ID (in)	6,065	6,065	6,065

5.7.2 Spesifikasi Bak Utilitas

Tabel 5. 7 Spesifikasi bak utilitas

Parameter	BU-01	BU-02	BU-03
Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai	Mengendapkan Kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran.	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi)
Jenis	Bak persegi	Bak silinder tegak	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang	Beton bertulang	Beton bertulang
Spesifikasi			
Panjang (m)	5,761	5,663	3,011
Lebar (m)	5,761	5,663	3,011
Tinggi (m)	2,880	2,831	1,505
Jumlah	1	1	1

Tabel 5.7 Spesifikasi bak utilitas (lanjutan)

Parameter	BU-04	BU-05
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari sungai dengan proses flokulasi (memberi	Menampung sementara raw water setelah disaring di <i>sand filter</i>

	kesempatan untuk proses flokulasi O2)	
Jenis	Bak persegi	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang	Beton bertulang
Spesifikasi		
Panjang (m)	5,663	3,011
Lebar (m)	5,663	3,011
Tinggi (m)	2,831	1,505
Jumlah	1	1

5.7.3 Spesifikasi Tangki Utilitas

Tabel 5. 8 Spesifikasi tangki utilitas

Parameter	TU-01	TU-02	TU-03
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 1 minggu	mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki Klorinasi (TU-01)

Jenis	Silinder tegak	Silinder tegak berpengaduk	Silinder tegak
Bahan	<i>Carbon Steel</i>		
Spesifikasi			
Tinggi (m)	1,346	1,019	0,132
Diameter (m)	0,673	1,019	0,132
Volume (m ³)	0,479	0,832	0,001
Jumlah	1	1	1

Tabel 5.8 Spesifikasi tangki utilitas (lanjutan)

Parameter	TU-04	TU-05	TU-06
Fungsi	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum	Menampung larutan H ₂ SO ₄ yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.
Jenis	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak
Bahan	<i>Carbon Steel</i>		
Spesifikasi			
Tinggi (m)	2,941	2,093	1,933
Diameter (m)	2,941	2,093	1,933
Volume (m ³)	19,985	7,200	5,666
Jumlah	1	1	1

Tabel 5.8 Spesifikasi tangki utilitas (lanjutan)

Parameter	TU-07	TU-08	TU-09
-----------	-------	-------	-------

Fungsi	Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi <i>anion exchanger</i> .	Menampung air bebas mineral sebagai air umpan boiler.	Menyimpan larutan N ₂ H ₄
Jenis	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak
Bahan	<i>Carbon Steel</i>		
Spesifikasi			
Tinggi (m)	1,033	2,517	2,530
Diameter (m)	1,033	2,517	2,530
Volume (m ³)	0,864	12,518	12,724
Jumlah	1	1	1

5.7.4 Spesifikasi *Screener Utilitas*

Tabel 5. 9 Spesifikasi *screener utilitas*

Parameter	<i>Screening (FU-01)</i>
Fungsi	Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting dan sampah-sampah lainnya.
Bahan	Alumunium
Spesifikasi	
Kapasitas	14702,080 kg/Jam
Panjang	10 ft

Lebar	8 ft
Diameter lubang	1 cm
Jumlah	1

5.7.5 Spesifikasi *Sand Filter* Utilitas

Tabel 5. 10 Spesifikasi *sand filter* utilitas

Parameter	<i>Sand Filter</i> (FU-02)
Fungsi	Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai.
Bahan	<i>Spheres</i>
Ukuran pasir (mesh)	28
Spesifikasi	
Volume (m ³)	1,608
Panjang (m)	1,476
Tinggi (m)	0,738
Lebar (m)	4,075
Jumlah	1

5.7.6 Spesifikasi *Mixed Bed* Utilitas

Tabel 5. 11 Spesifikasi *mixed bed* utilitas

Parameter	<i>Mixed Bed</i>
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO ₄ , dan NO ₃ .
Jenis	Tangki Silinder Tegak
Resin	<i>Synthetic Gel Zeolit</i>

Bahan	<i>Stainless Steel</i>
Spesifikasi	
Diameter tangki (m)	0,881
Tinggi tangki (m)	1,676
Tinggi bed (m)	1,397
Volume bed (m ³)	0,851
Volume bak resin (m ³)	5148,152
Tebal (in)	0,187
Jumlah	1

5.7.7 Spesifikasi *Daerator* Utilitas

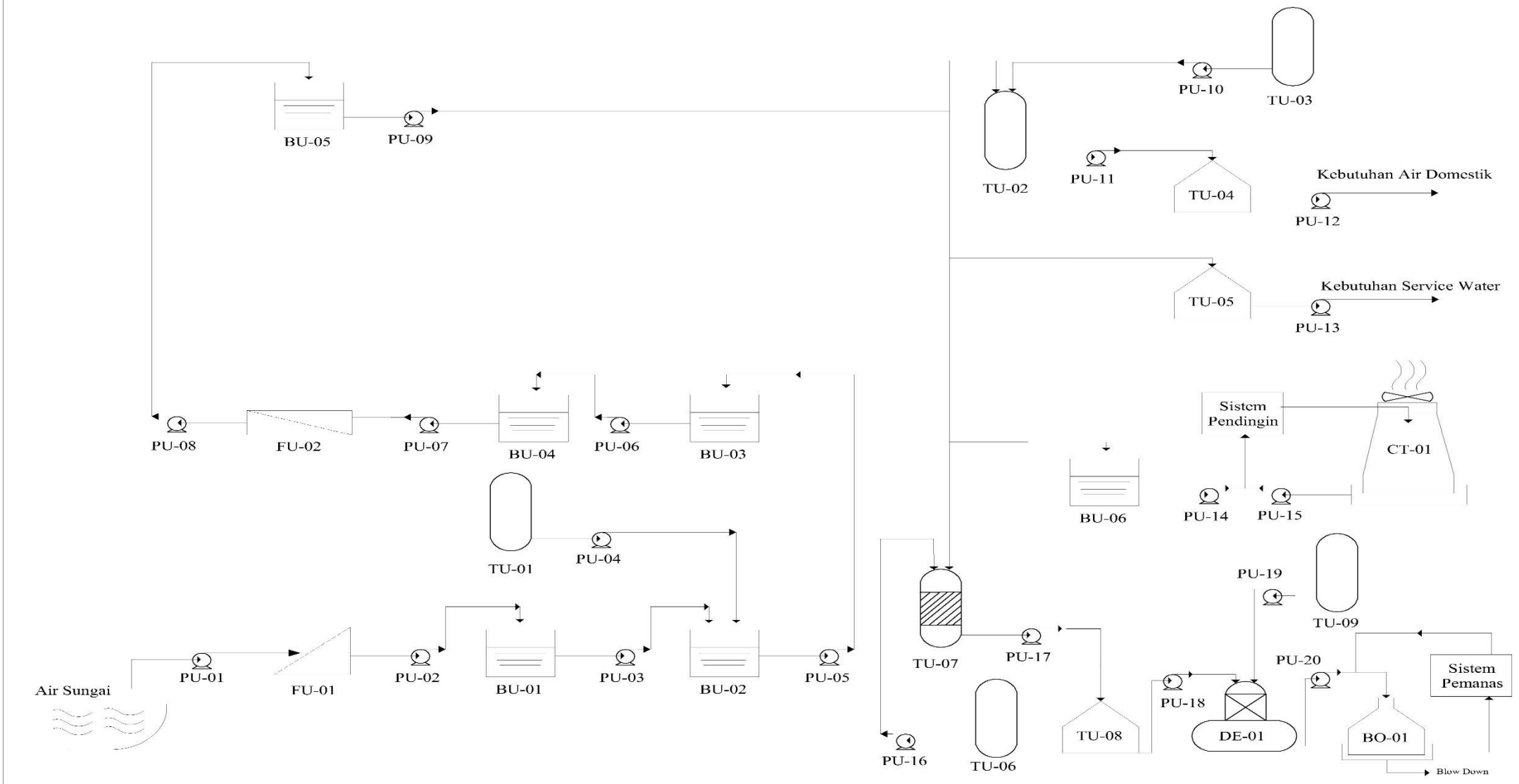
Tabel 5. 12 Spesifikasi *Daerator* utilitas

Parameter	<i>Deaerator</i> (De)
Fungsi	Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada <i>Reboiler</i> .
Jenis	Tangki Silinder Tegak
Spesifikasi	
Kapasitas (m ³ /jam)	10,432
Diameter (m)	2,517
Tinggi (m)	2,517
Volume (m ³)	12,518
Jumlah	1

5.7.8 Spesifikasi *Boiler*

Tabel 5. 13 Spesifikasi *boiler*

Parameter	<i>Boiler</i>
Fungsi	Membuat <i>saturated steam</i>
Kondisi Operasi	
Jenis <i>boiler</i>	<i>Water tube</i>
Kapasitas (Kg/s)	16,5357
Kapasitas <i>steam</i> (Kg/s)	13,7798
Jenis bahan bakar	Solar
Tekanan (atm)	84,8
Suhu (°C)	300
(Kg/Jam)	96,8823
Spesifikasi	
Panjang (m)	19,5359
Diameter (m)	9,7679
Luas Transfer panas (m ²)	402,6255



Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Dalam merencanakan pembangunan pabrik, penting untuk melakukan analisis ekonomi guna menentukan apakah investasi tersebut layak atau tidak. Analisis ini meliputi estimasi pengembalian modal investasi, titik impas antara biaya produksi dan keuntungan, serta potensi keuntungan dari pabrik tersebut. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam evaluasi ekonomi ini meliputi kebutuhan modal investasi, potensi profitabilitas, serta kelayakan dan kemungkinan risiko dalam mendirikan pabrik.

1. *Return on Investment (ROI)*

Return on investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.

2. *Pay Out Time (POT)*

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

3. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

Discounted cash flow merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju

bunga maksimal dimana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

4. *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point adalah terjadi titik impas dimana tingkat penjualan atau pendapatan yang diperoleh dan modal yang digunakan untuk menghasilkan laba berada dalam posisi yang sama.

5. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point adalah suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Penyebabnya antara lain variable cost yang terlalu tinggi atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).

Namun, ada beberapa hal yang perlu diperkirakan sebelum melakukan analisis terhadap kelima factor diatas, seperti:

- a. Penentuan modal industri (*fixed capital investment*), yang meliputi:
 - 1) Modal tetap (*fixed capital investment*)
 - 2) Modal kerja (*working capital investment*)
- b. Penentuan total biaya produksi (*Total production cost*), yang meliputi:
 - 1) Biaya pembuatan (*manufacturing cost*)
 - 2) Biaya pengeluaran umum (*general expenses*)
- c. Pendapatan modal
 - 1) Biaya tetap per tahun (*fixed cost annual*)
 - 2) Biaya variabel per tahun (*variable cost annual*)
 - 3) Biaya mengambang (*regulated cost annual*)

6.1 Penaksiran Harga Alat

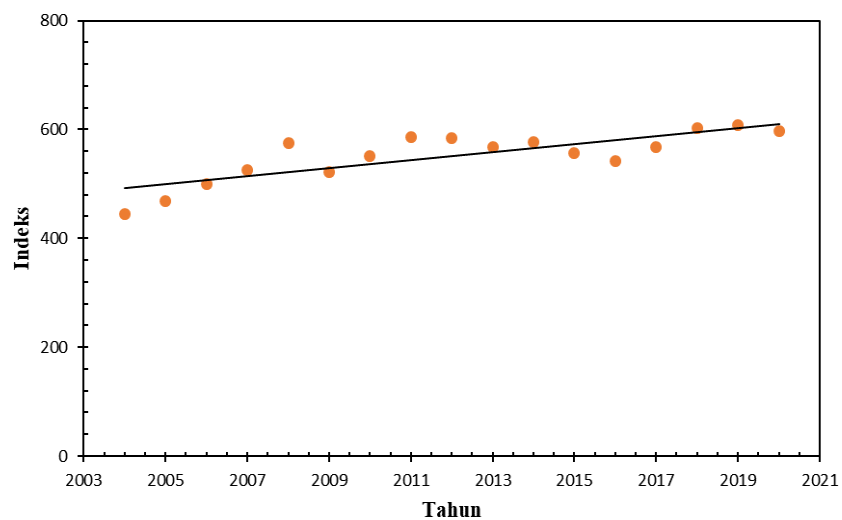
Setiap tahunnya harga alat akan selalu mengalami perubahan tergantung pada kondisi ekonomi yang pada tahun tersebut. Sehingga untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahunnya merupakan suatu hal yang sulit. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dengan mencari tahu terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik urea formaldehid beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 300 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2028. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga- harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa. Harga indeks tahun 2028 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1972 sampai 2000 dan ditentukan dengan persamaan regresi linier. Berikut adalah indeks harga yang di dalam Teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI).

Tabel 6. 1 *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI) tahun 2004-2028

No.	Tahun	Indeks
1	1996	381.70
2	1997	386.50
3	1998	389.50
4	1999	390.60
5	2000	394.10
6	2000	394.10
7	2001	394.30
8	2002	395.60
9	2003	402.00

10	2004	444.20
11	2005	468.20
12	2006	499.60
13	2007	525.40
14	2008	575.40
15	2009	521.90
16	2010	550.80
17	2011	585.70
18	2012	584.60
19	2013	567.30
20	2014	576.10
21	2015	556.80
22	2016	541.70
23	2017	567.50
24	2018	603.10
25	2019	607.50
26	2020	596.20
27	2021	776.30
28	2022	625.097
29	2023	632.5105
30	2024	639.924
31	2025	647.3375
32	2026	654.751
33	2027	662.1645
34	2028	669.578



Gambar 6. 1 Grafik hubungan antara tahun dan Indeks harga

Persamaan yang diperoleh dari grafik yang tertera adalah:

$$y = 7,4135x - 14365..... (6.1)$$

Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga.

Dimana,

- Ex : Harga alat pada tahun x
- Ey : Harga alat pada tahun y
- Nx : Indeks harga pada tahun x
- Ny : Indeks harga pada tahun y

(Aries & Newton, 1955)

Harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat pada Peter and Timmerhaus, "*Plant Design and Economic for Chemical Engineering*", 3th edition. Untuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x sebesar 0,6.

6.2 Perhitungan Biaya

6.2.1 Total Capital Investment

Capital Investment merupakan jumlah pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. Capital investment terdiri dari:

- a. Fixed Capital Investment

Biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

b. Working Capital Investment

Biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dan suatu pabrik selama waktu tertentu.

6.2.2 Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan jumlah Direct, Indirect dan Fixed Manufacturing Cost, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries and Newton, 1955 Manufacturing Cost meliputi:

a. *Direct Cost*

Direct Cost Adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

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

6.2.3 General Expense

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

6.3 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan digunakan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi. Berikut beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

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

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

2. *Pay Out Time*

Pay Out Time Merupakan 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 depresi.

- 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 kembali.

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

3. *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah:

- Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- Titik yang 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 di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi di atas BEP.

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

Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40% - 60%.

4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point merupakan:

- a. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain Variable Cost yang terlalu tinggi, ataupun dikarenakan keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak mau menghasilkan profit).
- b. 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.
- c. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar Fixed Cost.
- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

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

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) merupakan:

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah

terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam penentuan DCFR.

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

Keterangan:

- FC : *Fixed Capital*
WC : *Working Capital*
SV : *Salvage Value*
C : *Cash Flow*
N : *Profit after Taxes + Depresiasi + Finance*
n : Umur Pabrik (n = 10 Tahun)
i : Nilia DCFR

6.4 Hasil Perhitungan

Hasil rancangan perhitungan rencana pendirian pabrik urea formaldehid dari urea dan formaldehid disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 6. 2 Physical Plant Cost (PPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Purchased Equipment cost	Rp 87,936,132,174	\$ 5,380,990
2	Delivered Equipment Cost	Rp 21,984,033,043	\$ 1,345,247
3	Instalasi cost	Rp 14,421,525,677	\$ 882,482
4	Pemipaan	Rp 20,692,471,102	\$ 1,266,214
5	Instrumentasi	Rp 21,995,025,060	\$ 1,345,920
6	Insulasi	Rp 3,380,045,080	\$ 206,832
7	Listrik	Rp 8,793,613,217	\$ 538,099
8	Bangunan	Rp 40,500,000,025	\$ 2,478,277
9	Land & Yard Improvement	Rp 39,600,000,000	\$ 2,423,204
Physical Plant Cost (PPC)		Rp 259,302,845,379	\$ 15,867,265

Tabel 6. 3 Direct Plant Cost (DPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 51,860,569,076	\$ 3,173,453
2	Physical Plant Cost (PPC)	Rp 259,302,845,379	\$ 15,867,265
Direct Plant Cost (DPC)		Rp 311,163,414,454	\$ 19,040,718

Tabel 6. 4 Fixed Capital Investment

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
----	----------------------------	------------	------------

1	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	Rp 311,163,414,454	\$ 19,040,718
2	Kontraktor	Rp 12.446.536.578	\$ 761.629
3	Biaya Tak Terduga	Rp. 31.116.341.445	\$1.904.072
<i>Fixed Capital Cost (FCI)</i>		Rp. 354.726.292.478	\$ 21.706.419

Tabel 6. 5 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No.	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp.)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 893.393.534.880	\$54,668,555.56
2	<i>Labor</i>	Rp 14,354,400,000	\$ 878,374.74
3	<i>Supervision</i>	Rp 1,578,984,000	\$ 96,621.22
4	<i>Maintenance</i>	Rp 8,868,157,312	\$ 542,660.46
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 1,330,223,597	\$ 81,399.07
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp.49,000,000,000	\$ 264,888.50
7	<i>Utilities</i>	Rp 4,328,807,905	\$ 264,888.50
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 972,854,107,694	\$ 59,530,909

Tabel 6. 6 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 2,224,932,000	\$ 136,148
2	<i>Laboratory</i>	Rp 1,507,212,000	\$ 92,229
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 7,894,920,000	\$ 483,106
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 63,000,000,000	\$ 3,855,097

<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 74,627,064,000	\$ 4,566,581
---	------------------------------	---------------------

Tabel 6. 7 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 30,151,734,861	\$ 1,845,046
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp 6,385,073,265	\$ 390,716
3	<i>Insurance</i>	Rp 3,547,262,925	\$ 217,064
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 40,084,071,050	\$ 2,452,825

Tabel 6. 8 Manufacturing Cost (MC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 972,854,107,694	\$ 59,530,909
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 74,627,064,000	\$ 4,566,581
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 40,084,071,050	\$ 2,452,825
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp 1,087,565,242,744	\$ 66,550,315

Tabel 6. 9 Working Capital (WC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
-----------	-------------------------------	-------------------	-------------------

1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 243,652,782,240	\$ 14,909,606
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 148,304,351,283	\$ 9,075,043
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 98,869,567,522	\$ 6,050,029
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 381,818,181,818	\$ 23,364,226
5	<i>Available Cash</i>	Rp 296,608,702,567	\$ 18,150,086
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp 1,169,253,585,430	\$ 71,548,989

Tabel 6. 10 General Expense (GE)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 32,626,957,282	\$ 1,996,509
2	<i>Sales expense</i>	Rp. 65,253,914,565	\$ 3,993,019
3	<i>Research</i>	Rp 43,502,609,710	\$ 2,662,013
4	<i>Finance</i>	Rp 30,479,597,558	\$ 1,865,108
<i>General Expense (GE)</i>		Rp 171,863,079,115	\$ 10,516,649

Tabel 6. 11 Total production (TPC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 1,087,565,242,744	\$ 66,550,315
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 171,863,079,115	\$ 10,516,649
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp 1,259,428,321,859	\$ 77,066,964

Tabel 6. 12 Fixed Cost (Fa)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
-----------	-------------------------------	-------------------	-------------------

1	<i>Depreciation</i>	Rp. 30,151,734,861	\$ 1,845,046
2	<i>Property taxes</i>	Rp 6,385,073,265	\$ 390,716
3	<i>Insurance</i>	Rp 3,547,262,925	\$ 217,064
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		Rp 40,084,071,050	\$ 2,452,825

Tabel 6. 13 Variable Cost (Va)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	Rp 893,393,534,880	\$ 54,668,556
2	<i>Packaging & shipping</i>	Rp 63,000,000,000	\$ 3,855,097
3	<i>Utilities</i>	Rp 4,328,807,905	\$ 264,889
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 49,000,000,000	\$ 2,998,409
<i>Variable Cost (Va)</i>		Rp 1,009,722,342,785	\$ 61,786,950

Tabel 6. 14 Regulated Cost (Ra)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	Rp 14,354,400,000	\$ 878,375
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 7,894,920,000	\$ 483,106
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 2,224,932,000	\$ 136,148
4	<i>Supervision</i>	Rp 1,578,984,000	\$ 96,621
5	<i>Laboratory</i>	Rp 1,507,212,000	\$ 92,229
6	<i>Administration</i>	Rp 32,626,957,282	\$ 1,996,509
7	<i>Finance</i>	Rp 30,479,597,558	\$ 1,865,108
8	<i>Sales expense</i>	Rp 65,253,914,565	\$ 3,993,019
9	<i>Research</i>	Rp 43,502,609,710	\$ 2,662,013

10	<i>Maintenance</i>	Rp 8,868,157,312	\$ 542,660
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 1,330,223,597	\$ 81,399
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		Rp 209,621,908,024	\$ 12,827,188

6.5 Analisa Keuntungan

<i>Annual Sales (Sa)</i>	=	Rp 1.400.000.000.000
<i>Total Production Cost</i>	=	Rp 1.259.428.321.859
Keuntungan Sebelum Pajak	=	Rp 140.571.678.140
Pajak Pendapatan	=	Rp 49.200.087.349
Keuntungan setelah pajak	=	Rp 91.371.590.792

6.6 Hasil Kelayakan

6.6.1 Percent Return On Investment (ROI)

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

$$ROI\ Sebelum\ pajak = 40\%$$

$$ROI\ Setelah\ pajak = 26\%$$

6.6.2 Pay Out Time

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

POT Sebelum pajak = 2,078 Tahun

POT Setelah pajak = 2,92 Tahun

6.6.3 Break Even Point (BEP)

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

$$BEP = 42,28\%$$

6.6.4 Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = 25,82\%$$

6.6.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Umur Pabrik = 10 Tahun

Fixed Capital Investment = Rp 354.726.292.478

Working Capital

$$= \text{Rp } 1.169.253.585.430$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 30.151.734.861$$

$$\text{Cash Flow (CF)} = \text{Rp } 152.002.923.210$$

Dengan trial & error diperoleh = 8,88%

Nilai i = Suku bunga deposito (pada 29 Juli 2024 sebesar 3,5%)

Sehingga untuk DCFR dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{DCFR} &= 1,5 \times \text{Bunga sekarang} \\ &= 1,5 \times 3,5\% \\ &= 5,25\% \end{aligned}$$

6.7 Analisa Risiko Pabrik

Untuk mendirikan suatu pabrik, resiko pabrik perlu diperhatikan apakah pabrik tersebut memiliki resiko yang rendah (*low risk*) atau beresiko tinggi (*high risk*). Adapun parameter untuk menentukan pabrik urea formaldehid yang akan berdiri. Parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.14.

Tabel 6. 15 Resiko pabrik

No.	Parameter Resiko	Deskripsi	Risiko	
			Rendah	Tinggi
2		Suhu palling tinggi 200 °C	✓	

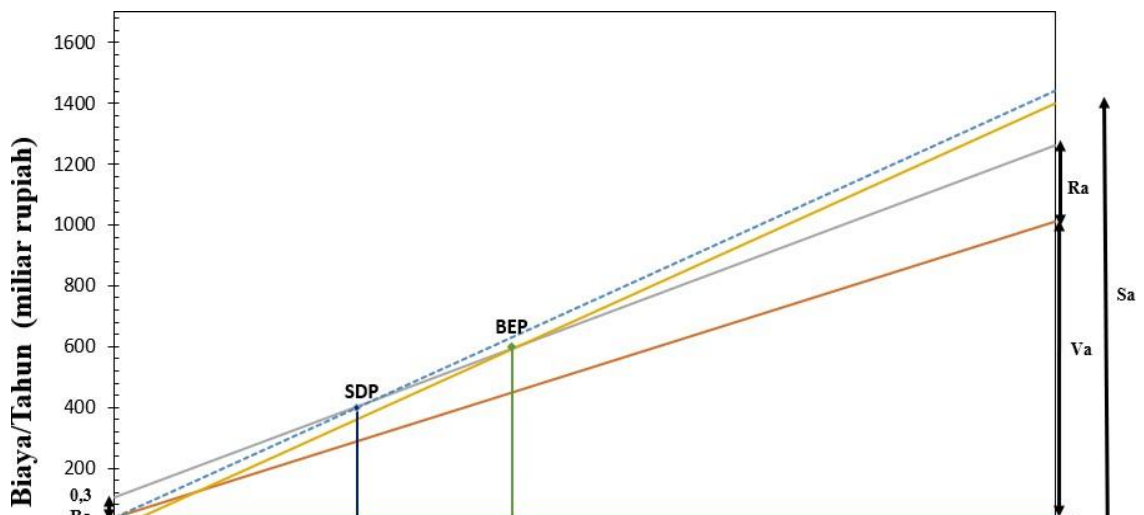
3	Kondisi Operasi	Tekanan: 1 atm	✓	
4	Bahan Baku yang digunakan	Larutan Formaldehid		
5		Toksisitas: rendah	✓	
6		Explosion limits: lower 7%	✓	
7		Flammability: mudah terbakar	✓	
8		Stabilitas: stabil	✓	
9		Urea		
10		Toksisitas: Rendah	✓	
11		Explosion limits: 0%	✓	
12		Flammability: Tidak mudah terbakar	✓	
13		Stabilitas: stabil	✓	
14		Larutan Natrium Hidroksida		
15		Toksisitas: sangat korosif		✓
16		Explosion limits: tidak mudah meledak	✓	
17		Flammability: tidak mudah terbakar	✓	
18		Katalis Asam Sulfat		
19		Toksisitas: korosif		✓
20		Explosion limits: tidak mudah meledak	✓	
21		Flammability: tidak mudah terbakar	✓	
22		Stabilitas: stabil	✓	
23		Sifat Produk yang dihasilkan	Urea Formaldehid	
24	Toksisitas: toxic sedang		✓	
25	Explosion limits: 0%		✓	

26		Flammability: Tidak mudah terbakar		✓
27		Stabilitas: stabil	✓	
28	Regulasi Pemerintah	Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 51 Tahun 2020 Tentang Standar Industri Hijau . Untuk Industri Cat Berbasis Pelarut Organik, urea formaldehid termasuk dalam golongan pelarut organik yang ketentuan penggunaannya telah diundangkan dalam peraturan tersebut	✓	
29	Keberadaan Pabrik	Belum terdapat pabrik urea formaldehid di Indonesia. Kebutuhan urea formaldehid dalam negeri semakin meningkat dan Indonesia masih mengimpor dari negara lain.	✓	

Tabel 6. 16 Hasil Analisa Kelayakan

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi	Layak/Tidak
ROI sebelum pajak	40%	ROI before taxes minimum		Layak

ROI setelah pajak	26%	11% untuk kategori low risk	Aries Newton, P.193	
POT sebelum pajak	2,078 Tahun	POT before taxes maksimum 5 tahun untuk kategori low risk	Aries Newton, P.193	Layak
POT setelah pajak	2,92 Tahun			
BEP	42,28%	Berkisar 40-60%		Layak
SDP	25,82%			Layak
DCFR	8,88%	>1,5 bunga bank minimum = 5,25%		Layak



Gambar 6. 2 Grafik analisis ekonomi

Gambar 6. 3 Grafik analisis ekonomi

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari Prarancangan Pabrik Urea Formaldehid dengan kapasitas 70.000 Ton/Tahun ini adalah sebagai berikut:

1. Pabrik urea formaldehid dibangun dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan negeri, membantu dalam perekonomian negeri, serta membuka lapangan pekerjaan.
2. Pabrik urea formaldehid dengan kapasitas produksi 70.000 Ton/Tahun ini tergolong sebagai pabrik beresiko rendah (*low risk*) bila ditinjau dari segi proses, sifat bahan baku dan kondisi operasi.
3. Berdasarkan hasil analisa ekonomi dalam pertimbangan pendirian pabrik urea formaldehid adalah sebagai berikut.
 - a. *Return on Investment* (ROI), nilai minimum ROI untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 11%. Didapat nilai ROI:
 - ROI sebelum pajak = 40%
 - ROI setelah pajak = 26%
 - b. *Pay out Time* (POT), nilai maksimal POT untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 5 tahun. Didapat nilai POT:
 - POT sebelum pajak = 2,078 Tahun
 - POT setelah pajak = 2,92 Tahun

- c. Nilai *Break Even Point* (BEP) berkisar 40-60%, didapat nilai BEP adalah 42,28%
- d. Nilai *Shut Down Point* (SDP) didapat adalah 25,82% yang berada diatas 20%
- e. Nilai minimum *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) adalah 1,5 kali dari suku bunga ($i = 3,5$), didapat nilai DCFR adalah 8,88%

Dengan diperoleh hasil analisa ekonomi diatas, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik urea formaldehid dengan kapasitas 70.000 Ton/Tahun layak untuk dibangun.

7.2 Saran

Dalam meningkatkan kelayakan dalam pendirian suatu pabrik kimia, adanya dasar yang perlu diperhatikan antara lain.

1. Pengolahan limbah merupakan salah satu bagian dalam perancangan pabrik kimia sehingga diharapkan dapat dikelola dengan baik dan dapat dikembangkan untuk menghasilkan pabrik kimia yang ramah lingkungan.
2. Seiring berjalannya perkembangan industri-industri di dalam negeri maupun diluar, kebutuhan urea formaldehid akan semakin meningkat. Sehingga perlu relasi yang mendukung untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. S., & Newton, R. D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Brown, G. G. (1978). *Unit Operations*. New Delhi: CBS Publishers & Distributors.
- Brownell, L. L. (1959). *PROCESS EQUIPMENT DESIGN*. New York: John Willey & Sons, Inc.
- Brydson, J. A. (1999). *Plastics Materials* (7th ed.). London: Butterworth-Heinemann.
- Coulson, J. a. (1983). *Chemical Engineering*. Oxford: Pergamon Press.
- Danarto, Y. (2002). Studi Kinetika Reaksi Polimerisasi Urea-Formaldehid. *Ekulibrium*, 1(1), 10-15.
- Diem, H., Matthias, G., & Wagner, R. A. (2012). Amino Resin. Dalam F. Ulmann, *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry* (hal. 79-106). Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Geankoplis, C. a. (1989). *Transport Process and Unit*. Singapore: Pergamon Press.
- Hare, C. (1994). 'Amino resins'. *Journal of Protective Coatings and Linings*, 133-147. Diambil kembali dari <https://doi.org/10.1201/9781420044058.ch34>
- Hidranto, F. (2024, Februari 20). *Industri Pengolahan Penopang Ekonomi Nasional*. Diambil kembali dari Indonesia.go.id: <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/7983/industri-pengolahan-penopang-ekonomi-nasional?lang=1#:~:text=Perekonomian%20Indonesia%20masih%20didominasi%20oleh%20Lapangan%20Usaha%20Industri,sebesar%2010%2C52%20persen%3B%20serta%20Konstruksi%20sebesar%20>
- Indonesia, B. P. (2023). *Data Ekspor Impor Nasional*. Diambil kembali dari <https://www.bps.go.id/id/exim>
- Kern, D. (1965). *Process Heat Transfer*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Matches. (2014). *Cost and Optimization engineering services to the chemical and metallurgical industry*. Diambil kembali dari <https://www.matche.com/>
- Meyer, B. (1979). 'Urea-Formaldehyde Resins'. Addison-Wesley.

- National Company for Sulphuric Products. (2023). *Safety Data Sheet Urea Formaldehyde Resin Powder*. NCSP. Diambil kembali dari https://ncsp.com.sa/wp-content/uploads/2023/03/MSDS_UFResin-Powder.pdf
- Pizzi, A. (1983). *Wood adhesives chemistry and technology*. New York: Mecker Decker.
- PT. Sulfindo Adiusaha. (2020). *Lembar Data Keselamatan Natrium Hidroksida 48%*. Diambil kembali dari <https://sulfindo.com/wp-content/uploads/2020/06/LDK-Caustic-Soda-Liquid-NaOH-Liquid-48.pdf>
- Ruhendi, S., Febrianto, F., & Sahriawati, N. (2000). 'LIKUIDA KAYU UNTUK PEREKAT KAYU LAPIS EKSTERIOR'. *J.II.Pert.Indonesia*, 1-11.
- Suparyanto, & Rosad. (2020). *Rancangan Akhir RKPD Kota Bontang Tahun 2023*. Diambil kembali dari <https://bappeda.kaltimprov.go.id/storage/data-paparans/June2022/ho8E6blbhHwZBLQUExhq.pdf>
- Timuraya. (2022). *Safety Data Sheet Sulfuric Acid*. Diambil kembali dari <https://timuraya.com/product/read/asam-sulfat-98-sulfuric-acid-h2so4-98>
- Walas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment*. Newton: Butterworth-Heinemann.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook : Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health related properties for organic and inorganic chemicals*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

REAKTOR 01

Tipe Reaktor	:	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Fungsi	:	Mereaksikan Urea dan Formaldehid
Kondisi Operasi		
Tekanan	:	1 atm
Suhu	:	80°C
Konversi	:	98%

Komponen	Fm (kmol/jam)	Fw (kg/jam)	ρ_i (kg/m ³)	Xi	Wi/ ρ_i (kg/m ³)
Urea	81,663	4899,828		0,176	
Formaldehid	163,327	4899,828	611,170	0,176	0,000360
Natrium Hidroksida	0,122	4,899	1887,359	0,000176	0,000
Air	353,435	6361,842	975,493	0,229	0,000489
DMU	80,030	9603,664		0,345	
Metanol	62,075	1986,417	733,325	0,071	0,000114
Total	740,655	27756,482	4207,34	1	0,000964

1) Spesifikasi Reaktor

a) Dimensi Reaktor

Volume cairan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\rho \text{ campuran} = \frac{1}{0,000964}$$

$$\text{campuran} = 1036,94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Volume Cairan} = 36,700 \text{ m}^3$$

Perancangan reaktor ini menggunakan overdesign sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Volume Overdesign} &= 120\% \times V_{\text{reaktor}} \\ &= 40,041 \quad \text{m}^3 \\ &= 44041 \quad \text{L} \end{aligned}$$

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak, maka:

$$\text{Volume reaktor} = V_{\text{silinder}} + V_{\text{head}}$$

Head yang digunakan berbentuk flanged and dished head (Torispherical) Perancangan ini memilih perbandingan 2 :1, sehingga H=2D dengan menggunakan (Pers. 3.12 dan 3.1, Brownell and Young, 1959)

$$\begin{aligned} H &= \frac{4 \times V}{0,000964} \\ &= \frac{4 \times V}{\left(\frac{1}{2} \times H\right)^2 \times \pi} \end{aligned}$$

$$H = \left(\frac{4 \times V}{\left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \pi} \right)^{1/3}$$

$$H = 19,938 \text{ ft} = 239,248 \text{ in} = 6,076 \text{ m}$$

$$D = \frac{1}{2} \times H$$

$$D = 9,969 \text{ ft} = 119,624 \text{ in} = 3,038 \text{ m}$$

Dari tabel 5.7 Brownell and Young, dipilih diameter standar:

$$D_{\text{standar}} = 120 \text{ in} = 3,048 \text{ m}$$

b) Mencari Tekanan Hidrostatik

$$V = h_{\text{cairan}} \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$h_{\text{cairan}} = \frac{4 \times V_{\text{cairan}}}{D^2 \times \pi}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \times g \times h_{\text{cairan}}$$

$$= 51461,712 \text{ N/m}^2$$

$$= 7,463 \text{ psi}$$

Dari buku Brownell and Young (1959). Didapatkan :

$$\begin{aligned}
\text{Allowable stress (f)} &= 18750 \text{ psi} \\
\text{Sambungan terpilih} &= \textit{Double welded butt joint} \\
\text{Efisiensi sambungan} &= 0,85 \\
\text{(E)} \\
\text{Corrosion allowance} &= 0,125 \\
\text{(C)} \\
\text{Jari-jari reaktor (ri)} &= 59,812 \text{ in} \\
\text{Tekanan Total (P)} &= P \text{ operasi} + P \text{ hidrostatis} \\
&= 14,7 \text{ psi} + 7,463 \text{ psi} \\
&= 22,163 \text{ psi}
\end{aligned}$$

c) Menghitung Tebal Shell

Digunakan (Pers. 13.1, Brownell and Young, 1959)

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

$$ts = 0,224 \text{ in}$$

Keterangan :

- Ts : Tebal *shell*
- P : Tekanan
- r : Jari-jari
- E : Efisiensi pengelasan
- C : Faktor koreksi

f : Tegangan yang diizinkan (*T 13.2, Coulson 4ed*)

Berdasarkan tabel 5.7 Brownell and Young (1959) digunakan tebal shell standar sebesar 0,25 in

$$\text{ID shell} = 0,224 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{OD shell} &= \text{ID} + 2t \\ &= 120,073 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 5.7 Brownell and Young (1959) digunakan OD standar sebesar 120 in (3,048 m). Diperoleh juga data sebagai berikut :

$$\text{Icr} = 0,224 \text{ in}$$

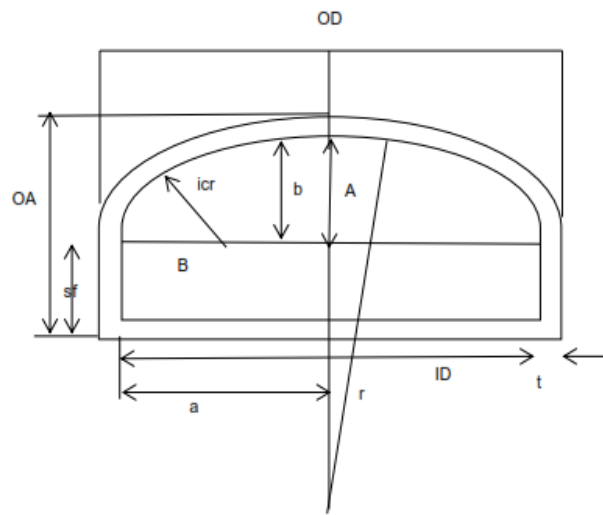
$$\text{Rc} = \text{ID} + 2t$$

$$\begin{aligned} \text{ID} &= \text{OD} - 2ts \\ &= 120 - (2 \times 0,25) \\ &= 119,5 \text{ in} = 9,958 \text{ ft} = 3,035 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H} &= 2D \\ &= 2 \times 11,95 \\ &= 239 = 19,917 \text{ ft} = 6,071 \text{ m} \end{aligned}$$

d) Menghitung Diameter Head

Head yang dipilih berbentuk *flanged and dished head* (*Torispherical*) karena umumnya digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya relatif murah.



Tinggi Head :

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

$$W = 1,741$$

$$th = \frac{P \times rc \times W}{(2 \times fE - 0,2P)} + C$$

$$th = 0,163 \text{ in}$$

Dari buku Brownell and Young (1959), dipilih tebal head standar dan sf. th standar = 3/16 in

$$Sf = 2 \text{ in}$$

$$\text{th standar} = 3/16 \text{ in}$$

$$sf = 2 \text{ in}$$

$$ID = OD - 2ts$$

$$= 120 - (2 \times 0,375)$$

$$= 119,375 \text{ in} = 3,032 \text{ m}$$

$$a = ID / 2$$

$$= 119,375 / 2$$

$$= 59,688 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$= 59,688 - 7,25$$

$$= 52,375 \text{ in}$$

$$BC = rc - icr$$

$$= 144 - 7,25$$

$$= 106,75 \text{ in}$$

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

$$= \sqrt{106,75^2 - 52,375^2}$$

$$= 93,018 \text{ in}$$

$$b = rc - AC$$

$$= 144 - 93,018 \text{ in}$$

$$= 20,981 \text{ in}$$

$$AO = Sf + b + th$$

$$= 0,163 + 20,981 + 2$$

$$= 23,145 \text{ in} = 0,587 \text{ m}$$

Volume head total (V head) = V head (Vh) + V flange (Vsf)

Volume head untuk Torispherical dished head adalah :

$$V \text{ Dish} = 0,001 \text{ m}^3$$

$$=$$

$$V_{sf} = 0,002 \text{ m}^2$$

Sehingga volume head total adalah :

$$V \text{ head} = 2 (V_{dish} + V_{sf})$$

$$= 0,007 \text{ m}^2$$

$$V \text{ Reaktor} = V_{shell} + 2 V_{head}$$

$$= 44,056 \text{ m}^3$$

$$V \text{ bottom} = 0,5 \times V_{head}$$

$$= 0,003 \text{ m}^3$$

$$V \text{ cairan} = V_{shell} - V_{bottom}$$

$$= 44,037 \text{ m}^3$$

$$H \text{ cairan} = \frac{4V}{\pi D^2}$$

$$= 5,064 \text{ m}^2$$

Volume cairan dalam shell :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{cairan}} &= V_{\text{cairan}} - V_{\text{hb}} - V_{\text{sf}} \\
 &= 36,690 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

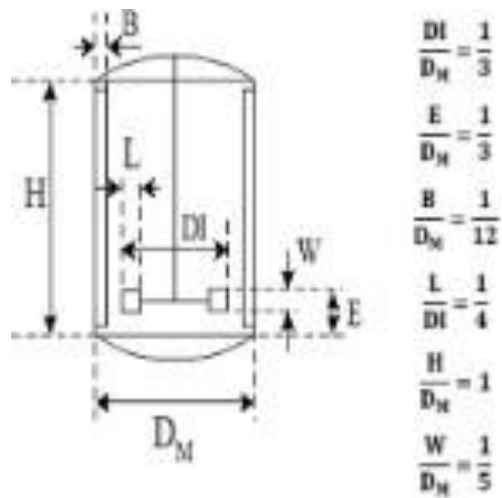
2) Spesifikasi Pengaduk

Tabel 6. Perhitungan Viskositas

Komponen	Fm (kmol/jam)	Fw (kg/jam)	Xi	μ (cP)	μ campuran (cP)
Urea	81,663	4899,828			
Formaldehid	163,327	4899,828	611,170	0,089	0,015
Natrium Hidroksida	0,122	4,899	1887,359	0,000519	0,000
Air	353,435	6361,842	975,493	0,351	0,080
DMU	80,030	9603,664			
Metanol	62,075	1986,417	733,325	0,000	0,000
Total	740,655	27756,482	4207,34	0,441	0,096

Untuk viskositas 0,441 cP, maka jenis pengaduk yang dipilih adalah *Flat*

Blade Turbines Impeller.



Menurut Holland, F.A dan F.S jenis pengaduk tersebut mempunyai 6 blade dan reaktor dilengkapi 4 baffle. Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan referensi buku Wallas halaman 279, kelengkapan pengaduk ditentukan berdasarkan *Rule of Thumb*.

$$H_M = D_{\text{shell}}$$

$$D_M = 3,038 \text{ m}$$

$$D_I = 1,012 \text{ m}$$

$$E = 1,012 \text{ m}$$

$$B = 0,253 \text{ m}$$

$$L = 0,759 \text{ m}$$

$$W = 0,607 \text{ m}$$

$$\text{Diameter pengaduk (DI)} = 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Pengaduk (E)} &= 1 \text{ m} \\ \text{Tinggi pengaduk (W)} &= 0,608 \text{ m} \\ \text{Lebar pengaduk (L)} &= 0,760 \text{ m} \\ \text{Lebar Baffle (B)} &= 0,253 \text{ m} \end{aligned}$$

a. Jumlah Pengaduk

$$\begin{aligned} Sg &= \rho \text{ cairan} / \rho \text{ air} \\ &= 1,062 \end{aligned}$$

$$\text{WELH (Water Equivalent Liquid High)} = h \text{ cairan} \times sg$$

$$= 1,303 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah pengaduk} = \text{WELH}/D$$

$$= 0,428$$

$$= 1 \text{ Pengaduk}$$

b. Kecepatan Pengadukan

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

$$N = \frac{600 \sqrt{WELH}}{\pi DI \cdot 2 DI}$$

$$= 25,462 \text{ rpm}$$

$$= 0,424 \text{ rps}$$

Jenis motor yang dipilih tipe fixed speed belt karena paling ekonomis serta mudah dalam pemasangan dan perbaikan kecepatan motor standar 37 rpm atau 0,616 rps

c. Nilai Reynold

$$Re = \frac{\rho L N DI^2}{\mu L}$$

$$Re = 138053,207$$

Berdasarkan fig. 10.59, Towler dan Sinnott, maka didapatkan nilai N_p sebesar 6

d. *Power Number* (N_p)

Nilai power number didapatkan dari fig. 3.4-4 Geankoplis

$$P = \frac{N^3 DI^2 N_p}{550 gc}$$

Diketahui:

$$N = 0,616 \text{ rps}$$

$$DI = 3,323 \text{ ft}$$

$$\rho = 64,705 \text{ lb/ft}^3$$

$$g_c = 32 \text{ lb/ft}^2$$

Sehingga didapat,

$$P = 2,083 \text{ HP}$$

e. Daya Motor

$$\begin{aligned} \text{Daya motor} &= \frac{P}{\eta} \\ &= 2,26 \text{ HP} \end{aligned}$$

Diperoleh daya motor standar 7,5 HP

3) Perancangan Koil Pemanas

a. Kebutuhan Pemanas

$$Q \text{ pemanas yang} = 22.225.710,73 \text{ kJ/Jam}$$

dibutuhkan

$$= 21.069.973,77 \text{ btu/jam}$$

$$\text{Kebutuhan steam} = 7983,635 \text{ kJ/jam}$$

$$\Delta T \text{ LMTD} = 216$$

b. Menentukan Luas Transfer Panas

Dipilih nilai UD dari table 8.5 Ranges of Overall Heat Transfer Coefficients in Various Types of Exchangers yaitu Stirred tank, coil inside liquid-condensing steam 120 Btu/ft² F Jam

$$A = \frac{Q}{UD \times \Delta T \text{ LMTD}}$$

$$A = \frac{21.069.973,77 \text{ btu/jam}}{120 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \text{ F Jam}} \times 216} = 812,884 \text{ ft}^2 = 75,516 \text{ m}^2$$

c. Menentukan Luas Selubung Reaktor

$$L = \pi D H$$

$$L = 3,14 \times 3,038 \times 6,076$$

$$L = 75,516 \text{ m}^2$$

Karena A tersedia < A required, maka dapat digunakan koil pemanas

d. Menentukan Volumetrik Air

$$M \text{ air} = 7963,635 \text{ kg/jam}$$

$$\rho = 997,045 \text{ kg/ m}^3$$

$$Qv = m \text{ air } \rho \text{ air}$$

$$= 7,987 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,002 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Untuk aliran dalam koil/tube, batasan kecepatan antara 1,5 – 2,5 m/s (Culson hal. 527)

Dipilih:

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan pemanas} &= 2 \text{ m/s} \\ &= 7200 \text{ m/jam} \\ \text{Debit air pemanas} &= 7,987 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Luas penampang} &= 0,001 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ ft}^2 = 1,719 \text{ ft}^2 \\ \text{ID} &= 0,037 \text{ m} = 1,480 \text{ in} \end{aligned}$$

e. Memilih Diameter Koil

Digunakan pipa standar dari tabel 11, Kern.

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 1,9 \text{ in} = 0,158 \text{ ft} = 0,048 \text{ m} \\ \text{ID} &= 1,61 \text{ in} = 0,134 \text{ ft} = 0,040 \text{ m} \end{aligned}$$

f. Menghitung h_i

$$h_i = jH \times \frac{k}{De} \left(\frac{C_p \times \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} k \text{ (thermal conductivity)} &= 0,373 \text{ Btu/ ft.jam.F} \\ C_p \text{ (Heat Capacity)} &= 7808,270 \text{ btu/lb.F} \\ \mu \text{ (viskositas)} &= 2,174 \text{ Btu/ft/jam} \\ De \text{ (ID Koil)} &= 0,134 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$jH = 10$$

Sehingga,

$$Hi = 992,700 \text{ Btu/ ft}^2 \cdot \text{jam.F}$$

g. Menghitung h_{io}

$$h_{io} = h \frac{ID}{OD}$$

$$h_{io} = h \frac{0,134}{0,158} = 841,182 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2} \cdot \text{jam.F}$$

Untuk koil, harga h_{io} harus dikoreksi dengan faktor koreksi

Diambil : D spiral koil = 75% x diameter tangki

$$\text{D spiral koil} = 89,718 \text{ in} = 7,476 \text{ ft}$$

$$\text{Hio koil} = 894,0158 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam.F}$$

h. Menghitung h_o

$$h_o = jH \times \frac{k}{De} \left(\frac{Cp \times \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

$$h_o = 10 \times \frac{0,373}{0,134} \left(\frac{7808,270 \times 2,175}{0,373} \right)^{1/3} \left(\frac{35,711}{35,711 \times 2,175} \right)^{0,14}$$

$$h_o = 1106,976 \frac{Btu}{ft^2} \cdot jam \cdot F$$

i. Menghitung U_c

$$U_c = \frac{h_o \times h_{io \text{ koil}}}{h_o + h_{io \text{ koil}}}$$

$$U_c = \frac{1106,976 \times 894,0158}{1106,976 + 894,0158} = 494,581 \frac{Btu}{ft^2} \cdot jam \cdot F$$

j. Menghitung U_d

$$U_d = \frac{H_d \times U_c}{H_d - U_c}$$

$$H_d = 1000 \frac{Btu}{ft^2} \cdot jam \cdot F$$

$$U_d = 330,916 \frac{Btu}{ft^2} \cdot jam \cdot F$$

k. Menghitung R_d

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

$$R_d = \frac{494,518 - 330,916}{494,518 \times 330,916} = 0,001$$

l. Menghitung Luas Bidang Transfer (A)

$$A = \frac{Q}{UD \times \Delta T \text{ LMTD}}$$

$$A = 0,111 \text{ ft}^2$$

m. Menghitung Panjang Koil (Lc)

$$Lc = \frac{A}{a''}$$

$$Lc = \frac{0,111}{0,498} = 0,223 \text{ ft} = 0,068 \text{ m}$$

n. Menghitung Jumlah Lengkung

$$AC = 1,405 \text{ in} = 0,117 \text{ ft} = 0,035 \text{ m}$$

$$K \text{ lilitan} = 3,833 \text{ in} = 0,319 \text{ ft} = 0,097 \text{ m}$$

o. Menentukan Banyaknya Lilitan

$$N \text{ lilitan} = \frac{L \text{ pipa koil}}{\text{Lilitan}}$$

$$N \text{ lilitan} = \frac{0,223}{0,319} = 0,700 = 1 \text{ lilitan}$$

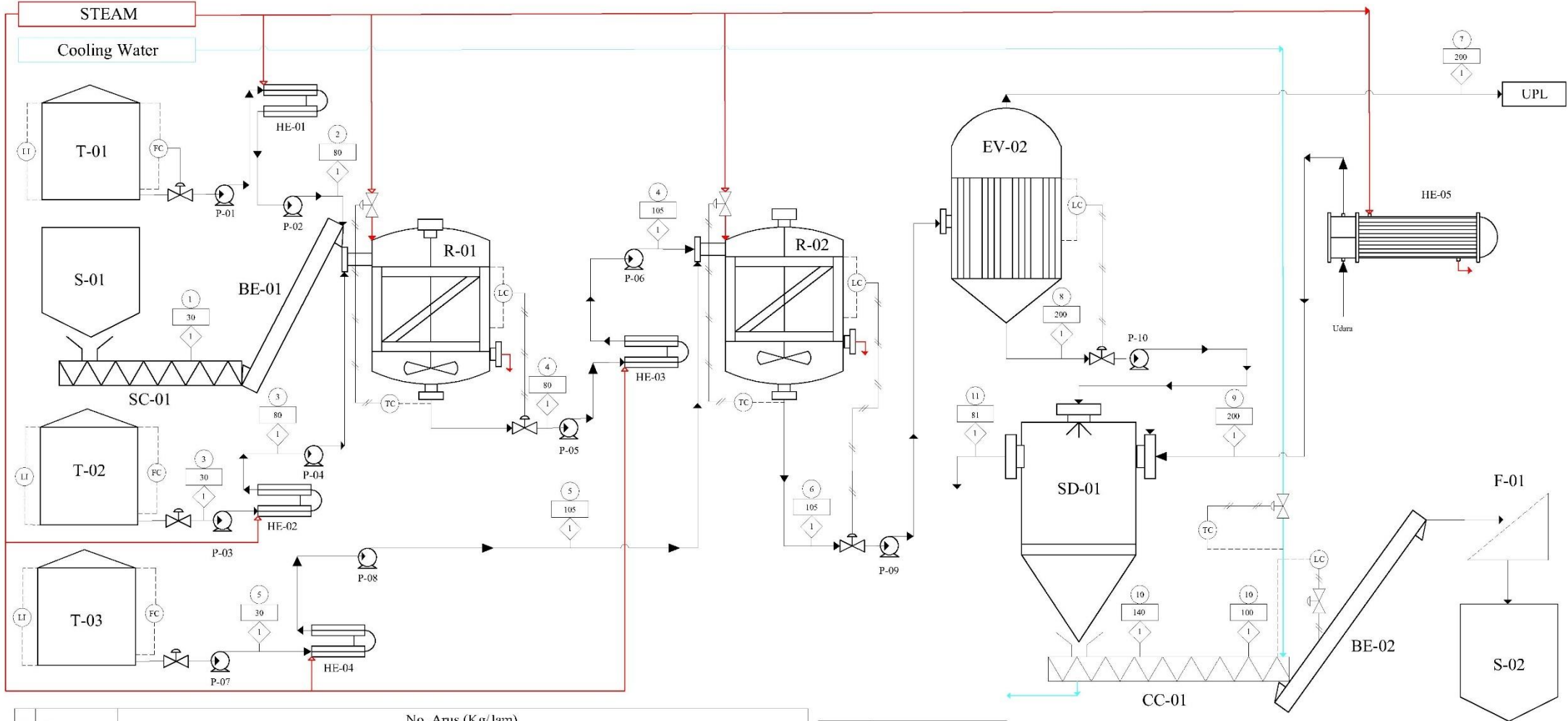
p. Menghitung Volume Koil

$$V_c = \frac{1}{4} \pi \times OD^2 \times L_c$$

$$V_c = \frac{1}{4} (3,14) \times 0,048 \text{ m} \times 0,068 \text{ m}$$

$$V_c = 0,0004 \text{ m}^3$$


PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA-RANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID DARI UREA DAN FORMALDEHID
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN



No.	Komponen	No. Arus (Kg/Jam)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	CO(NH ₂) ₂	4862,300			97,246		97,246		97,246		97,246	
2	CH ₂ O		4862,300		97,246		97,246	97,015	0,231	0,002	0,229	
3	CH ₃ OH		1971,203		1971,203		1971,203	1863,972	107,231		1,072	106,159
4	NaOH			4,862	4,862							
5	H ₂ SO ₄					5,956						
6	H ₂ O	24,808	6307,849	5,267	6337,924	0,122	6340,233	5266,206	1074,027		10,740	1063,287
7	Na ₂ SO ₄						8,631		8,631		8,631	
8	DMU				9530,108		476,505		476,505		476,505	
9	UF						9053,602		9053,602		9053,602	
10	N ₂								44832,802		44832,802	
11	O ₂								57037,695		57037,695	
12	C ₂ H ₅ N ₃ O ₂	74,423			74,423		74,423		74,423		74,423	
	Total	4961,531	13141,351	10,130	18113,011	6,078	18119,089	7227,193	10891,897	101527,097	9722,222	102696,772

ALAT	KETERANGAN
T	Tangki Penyimpanan
S	Silo
R	Reaktor
EV	Evaporator
SD	Spray Dryer
HE	Heat Exchanger
SC	Screw Conveyor
BE	Bucket Elevator
P	Pompa
CC	Cooling Conveyor
F	Screener

SIMBOL	KETERANGAN
(FC)	Flow Controller
(LC)	Level Controller
(LI)	Level Indicator
(TC)	Temperature Controller
○	Nomor Arus
□	Suhu, °C
◇	Tekanan, atm
⋈	Control Valve
—	Pneumatic
—	Piping
—	Steam
—	Cooling Water



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA-RANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID
DARI UREA DAN FORMALDEHID
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh:
 Rayhan Ihsan Tsany

Dosen Pembimbing:
 Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama : **ANNISA**

Nomor Mahasiswa : 20521137

Nama : **RAYHAN IHSAN TSANY**

Nomor Mahasiswa : 20521170

Judul (Bahasa Indonesia):

Prarancangan Pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formaldehid

Judul (Bahasa Inggris) :

Prarancangan Pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formaldehid

Mulai Masa Bimbingan : -

Batas Akhir Bimbingan : 31 Juli 2024

No	Tanggal	Luaran	Uraian
1	11 Oktober 2023 - 13 Oktober 2023	Luaran-1	Penentuan Kapasitas Prarancangan Pabrik Ureaformaldehid dari Urea dan Formaldehid meliputi proyeksi data : 1. Impor 2. Ekspor 3. Konsumsi 4. Produksi
2	12 November 2023 - 15 November 2023	Luaran-2	Luaran 2- Pemilihan Proses Tinjauan Pustaka terkait 3 Proses Urea Formaldehid secara Batch, Continuous dan Busa.
3	18 Desember 2023 - 20 Desember 2023	Luaran-3	Uraian Spesifikasi Bahan dan Produk terkait dengan sifat Kimia Fisika beserta dengan Chemical Hazard
4	24 Mei 2024 - 28 Mei 2024	Luaran-4	Luaran 4. Diagram Alir Kualitatif
5	28 Mei 2024 - 4 Juni 2024	Luaran-5	Luaran 5. Neraca Massa Total dan Neraca Massa Setiap Alat
6	29 Juni 2024 - 1 Juli 2024	Luaran-6	Luaran 6 - Perancangan Reaktor-01
7	3 Juli 2024 - 10 Juli 2024	Luaran-7	Luaran 7 - Perancangan alat pemisah dan unit operasi pendukung
8	11 Juli 2024 - 17 Juli 2024	Luaran-8	Luaran 8. PEFD
9	17 Juli 2024 - 24 Juli 2024	Luaran-9	Luaran 9. Perancangan Alat Penyimpanan Bahan
10	24 Juli 2024 - 24 Juli 2024	Luaran-10	Luaran 10. Perancangan Alat Transportasi Bahan
11	24 Juli 2024 - 30 Juli 2024	Luaran-11	Luaran 11. Alat Penukar Panas
12	30 Juli 2024 - 30 Juli 2024	Luaran-12	Luaran 12. Neraca Panas
13	30 Juli 2024 - 30 Juli 2024	Luaran-13	Luaran 13. Penentuan lokasi, tata letak pabrik, dan struktur organisasi perusahaan Yogyakarta, 3 Agustus 2024
14	30 Juli 2024 - 31 Juli 2024	Luaran-14	Luaran 14. Perancangan
15	31 Juli 2024 - 31 Juli 2024	Luaran-15	Luaran 15. Evaluasi Eko
16	31 Juli 2024 - 31 Juli 2024	Luaran-16	Luaran 16. Naskah



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

105210101