

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

PRARANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Annisa

No. Mahasiswa : 20521137

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

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

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annisa
NIM : 20521137

Yogyakarta, 31 Juli 2024

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian 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.

Penyusun



Annisa

NIM. 20521137

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

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

PRARANCANGAN PABRIK



المعتمد الاسلامي للاندونيسية

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

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

PRARANCANGAN PABRIK

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indoneisa

Yogyakarta, 15 Agustus 2024

Oleh

Nama : Annisa
NIM : 20521137

Tim Penguji,

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

Ketua Penguji

(.....)

Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc., Ph.D.

Penguji 1

(.....)

Dr. Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.

Penguji 2

(.....)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



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

NIK : 995200445

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alam, puji syukur senantiasa terucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat 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.

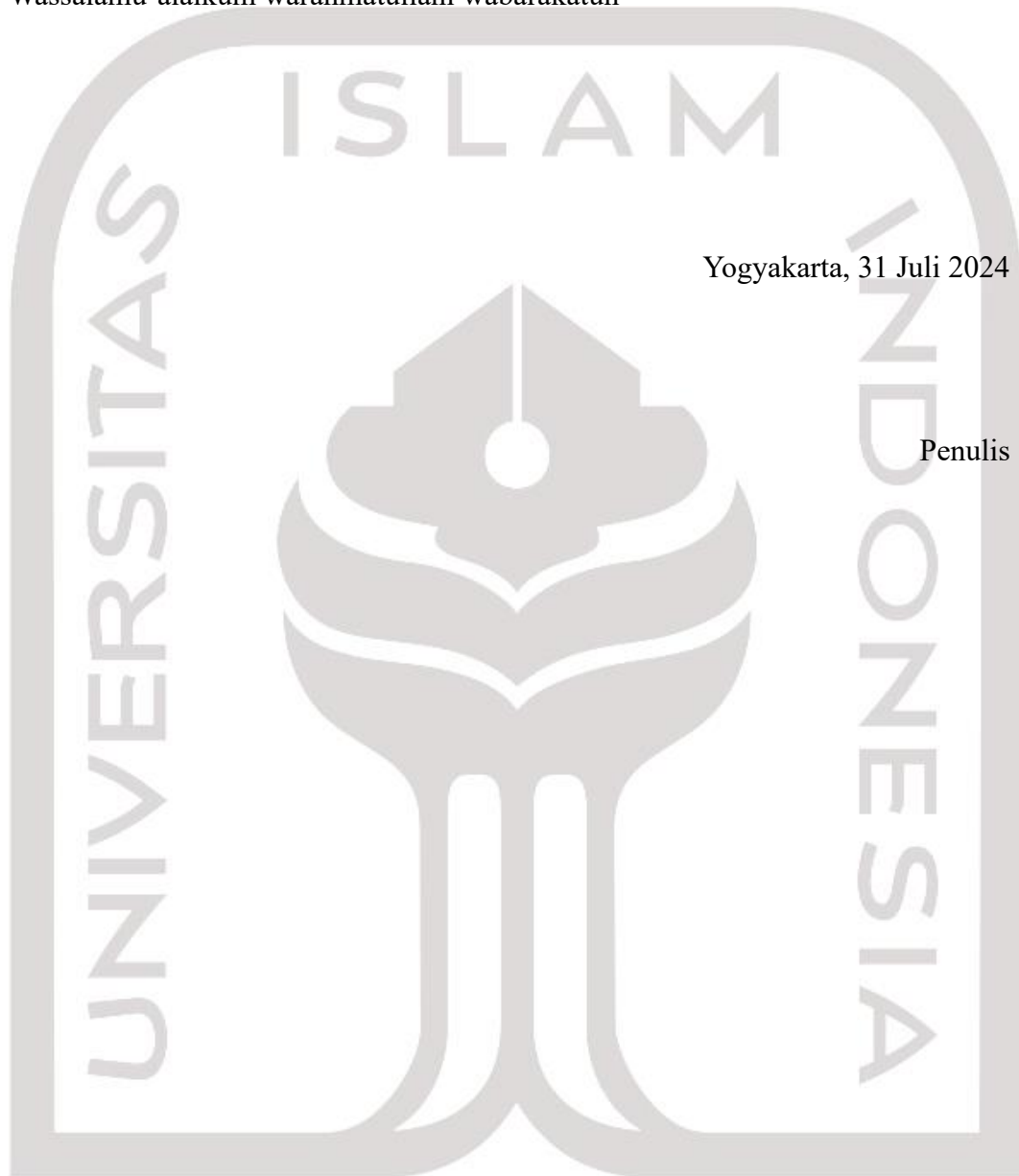
Penulisan laporan tugas prarancangan pabrik kimia ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

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 Dr. 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 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 warahmatullahi wabarakatuh



Yogyakarta, 31 Juli 2024

Penulis

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim, Allhamdulillahirrobilalaamiin,

Karya tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

Ibook (Ana S, S.pd) dan Bapak (Bisriadi S.pd) serta kedua Ayuk saya tersayang (Dina Andriani, S.Ikom, M.M) dan (Ade Nova, SST) terima kasih atas segala kasih sayang, motivasi, dorongan dan dukungan baik moral maupun materi yang tak mungkin terbalas. Bok, Pak dan Ayuk, atas selesainya tugas akhir Anis ini maka tuntas sudah perjuangan Anis menjadi sarjana. Maaf jika mungkin jalan Anis sedikit lebih lama dari kalian, semoga Anis bisa sedikit membanggakan selama empat tahun terakhir ya.

Ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng pembimbing Nisa yang paling baik. Terima kasih untuk semua ilmu, waktu, dan kebaikan yang ibu berikan selama ini, terima kasih sudah mau membimbing Nisa yang banyak sekali kekurangan ini dengan penuh kesabaran hingga akhirnya Nisa bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Ibu Dyah adalah panutan Nisa selama kuliah semoga semua ilmu yang telah diberikan berkah dan dapat menjadi ladang pahala untuk ibu serta dapat Nisa manfaatkan dengan sebaik-baiknya.

Garong si kucing yang telah menemani saya sejak awal sampai di Jogja hingga sekarang, kucing liar yang selalu datang setiap hari dan berbagi rezeki dari jatah uang bulananku. Terima kasih ya Rong sudah setia menemani dan menunggu saya pulang kos hingga nama *circle* perkuliahanku "Garong Ganteng".

Farah Fadhilah sahabat saya sedari SD hingga sekarang terima kasih sudah menjadi sahabat saya selama ini, terima kasih karena kita tetap saling mendoakan.

Semoga Allah selalu melindungi dan memudahkan jalan kita menuju kebaikan ya Far.

Ani, Ulhaq, Tata, Harini *as* teman terdekat saya selama 4 tahun masa perkuliahan dari awal kita bertemu secara *Online* hingga selesai Allhamdulillah masih bersama. Terima kasih sudah kebersamaan memberikan semua warna selama perkuliahan. Tak lupa si paling *green flag* Rofi, terima kasih fi sudah menjadi teman sejak awal kuliah. *People changes but memories don't! So grateful to meet you guys*, semoga Allah selalu menjaga kalian.

Mas Putra, Mas Habib, Mbak Aliya, Mbak Amel, Aliyyah, dan Manto *as* BPI IATMI SM UII *I'm lucky to have you guys*. Terima kasih sudah menjadi bagian dari perkuliahan ini menjadikan Nisa punya Mas, Mbak yang luar biasa keren, Aliyyah sebagai teman yang sangat baik dan tulus serta Manto yang sudah seperti adik saya sendiri. Semoga Allah selalu menjaga kalian.

Siska Praditya, teman pertama saya serta koordinator saya selama di Labma UII si calon Psikolog handal. Terima kasih ya sudah menjadi teman baik dengan panggilan 'buuk' ini haha. Semoga selalu Allah mudahkan jalanmu apapun itu tetap selalu mendoakan ya buuk.

Nara dan Wahyunay terima kasih karena telah berada dan menjadi warga Yogyakarta dengan KTP Prabumulih. Nara yang gak pernah ingkar janji untuk mengunjungi Nisa di Jakal atas gak pernah lupa kalo kita pernah piknik di Ledok Sambi untuk pertama kalinya, ke Klotok, makan Ramen, ke Sabin *it's so memorable* Ra. Unay terima kasih telah memilih Jogja untuk melanjutkan studimu, si paling Teknik Lingkungan deh pokoknya temen makan dan pencari promo berkedok

hedon bersama Nisa. Nay tanpamu mungkin semua makanan enak itu terasa hambar tanpa canda tawa.

Hyung Fai si paling *planning*, teman elektro pertama saya di UII, teman seperjuangan PKM hingga sampai ke PIMNAS 36, hingga teman mengerjakan TA bersama walaupun TA kita berbeda jauh, semoga selalu Allah memudahkan semua rencana dan cita-citamu *Hyung*, jangan lupa sholat dan berdoa yah! *See you on top!*

Seluruh rekan saya dari IATMI SM UII, LABMA UII, Aslab OTK UII, PKM CORNER, dan semua rekan Teknik Kimia UII 2020 yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu. Terima kasih sudah menjadi bagian dari perjalanan ini.

Teruntuk Jodoh penulis kelak yang sudah Allah siapkan dan tertulis di lauh mahfuz, saya percaya dan yakin kamu juga sedang berusaha dan berjuang selayaknya saya untuk memantaskan diri, saya percaya kita sedang berjalan menuju satu titik untuk bertemu lalu berjalan menuju arah dengan tujuan yang sama.

Terakhir Annisa, Niss *YOU DID IT!* terima kasih telah menerima dan memeluk semua asam basa garam selama perkuliahan dan telah bertahan sejauh ini. Percayalah hidup adalah rangkaian pertemuan nis *so enjoy your journey* nis, jangan pernah menyerah ya nis. Ya Allah terima kasih atas nikmat iman dan islam yang engkau berikan, tanpa adanya setetes iman di dada ini dan jika bukan atas izinmu semua ini tidak akan terjadi.

Yogyakarta, 31 Juli 2024

Annisa

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN	xvii
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
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.....	5
1.2.4 Data Produksi Urea Formaldehid di Indonesia.....	6
1.3 Ketersediaan Bahan Baku.....	8
1.4 Tinjauan Pustaka.....	8
1.5 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika	13
1.5.1 Tinjauan Kinetika.....	13
1.5.2 Tinjauan Termodinamika	15
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	17
2.1 Spesifikasi Produk.....	17
2.1.1 Urea Formaldehid	17
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung.....	18
2.2.1 Urea.....	18
2.2.2 Larutan Formaldehid 37%	19
2.2.3 Larutan Natrium Hidroksida.....	21
2.2.4 Asam Sulfat.....	22
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	24
3.1 Diagram Alir Proses dan Material	24

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif.....	24
3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif.....	25
3.2 Uraian Proses.....	26
3.2.1 Proses Persiapan Bahan Baku.....	26
3.2.2 Tahap Reaksi.....	27
3.2.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian	28
3.3 Spesifikasi Alat Proses	29
3.3.1 Reaktor.....	29
3.3.2 Evaporator.....	31
3.3.3 Spray Dryer.....	33
3.4 Alat Penyimpanan Bahan	34
3.4.1 Tangki Penyimpanan.....	34
3.4.2 Silo Penyimpanan	36
3.5 Alat Transportasi.....	37
3.5.1 <i>Screw Conveyor</i>	37
3.5.2 <i>Belt Conveyor</i>	38
3.5.3 <i>Bucket Elevator</i>	39
3.5.4 <i>Pompa</i>	40
3.6 Alat Penukar Panas	44
3.7 Neraca Massa	49
3.7.1 Neraca Massa Total.....	49
3.7.2 Neraca Massa Reaktor 1	50
3.7.3 Neraca Massa Reaktor 2	50
3.7.4 Neraca Massa Evaporator	51
3.7.5 Neraca Massa Spray Dryer	51
3.8 Neraca Panas	52
3.8.1 Neraca Panas Reaktor 1	52
3.8.2 Neraca Panas Reaktor 2	52
3.8.3 Neraca Panas Evaporator	52
3.8.4 Neraca Panas <i>Spray Dryer</i>	53
3.8.5 Neraca Panas <i>Heat Exchanger 1</i>	53
3.8.6 Neraca Panas <i>Heat Exchanger 2</i>	54
3.8.7 Neraca Panas <i>Heat Exchanger 3</i>	54
3.8.8 Neraca Panas <i>Heat Exchanger 4</i>	54

3.8.9 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> 5.....	55
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	56
4.1 Lokasi Pabrik.....	56
4.1.1 Sumber Bahan Baku	57
4.1.2 Pemasaran Produk.....	57
4.1.3 Penyedia Utilitas	57
4.1.4 Transportasi.....	58
4.1.5 Kondisi Masyarakat	58
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)	58
4.2.1 Perkantoran/Administrasi	58
4.2.2 Proses	59
4.2.3 Fasilitas Umum.....	59
4.2.4 Perluasan Pabrik	59
4.2.5 Harga Tanah	59
4.2.6 Kualitas, Kuantitas, dan Letak Bangunan.....	59
4.2.7 Faktor Keamanan.....	60
4.2.8 Pengolahan Limbah	60
4.2.9 Tata Letak Mesin/ Alat Proses (<i>Machine Layout</i>).....	63
4.2.10 Aliran Bahan Baku Produk	63
4.2.11 Aliran Udara.....	63
4.2.12 Pencahayaan.....	63
4.2.13 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan	63
4.2.14 Jarak antar Alat Proses	64
4.3 Struktur Organisasi.....	65
4.3.1 Tugas dan Wewenang	66
4.3.2 Jadwal Kerja dan Sistem Gaji Karyawan	71
4.3.3 Karyawan <i>non-shift</i>	71
4.3.4 Karyawan Shift	71
4.3.5 Sistem Gaji Karyawan.....	74
BAB V UTILITAS.....	77
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	77
5.1.1 Penyediaan Air	77
5.2 Pengolahan Air	81
5.3 Unit Pembangkit <i>Steam</i>	85

5.4 Unit Pembangkit Listrik	86
5.5 Unit Penyedia Udara Tekan	90
5.6 Unit Penyedia Bahan Bakar	90
5.7 Unit Pengolahan Limbah	90
5.8 Spesifikasi Alat Utilitas	91
BAB VI EVALUASI EKONOMI	105
6.1 Penaksiran Harga Alat	107
6.2 Perhitungan Biaya	110
6.2.1 Total Capital Investment	110
6.2.2 Manufacturing Cost	110
6.2.3 General Expense	111
6.3 Analisa Kekayaan	111
6.4 Hasil Perhitungan	115
6.5 Analisa Keuntungan	119
6.6 Hasil Kelayakan	119
6.7 Analisa Risiko Pabrik	121
BAB VII PENUTUP	126
7.1 Kesimpulan	126
7.2 Saran	127
DAFTAR PUSTAKA	129
LAMPIRAN-LAMPIRAN	131
LAMPIRAN A	132
LAMPIRAN B	152
LAMPIRAN C	153

المعجزة الإسلامية
الاستدلال الإسلامي

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Urea Formaldehid di Indonesia.....	3
Tabel 1. 2 Data Pertumbuhan Ekspor Urea Formaldehid di Indonesia.....	4
Tabel 1. 3 Data Konsumsi Urea Formaldehid di Indonesia	5
Tabel 1. 4 Data Kapasitas Perusahaan Urea Formaldehid di Indonesia.....	6
Tabel 1. 5 Tinjauan Pemilihan Proses	11
Tabel 1. 6 Perbandingan Produk Urea Formaldehid dalam Bentuk Cair dan Serbuk	12
Tabel 1. 7 Data entalpi pembentukan standar senyawa.....	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor 01	29
Tabel 3. 2 Spesifikasi Reaktor 02.....	30
Tabel 3. 3 Spesifikasi Evaporator.....	31
Tabel 3. 4 Spesifikasi Spray Dryer 01.....	33
Tabel 3. 5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	34
Tabel 3. 6 Spesifikasi Silo Penyimpanan	36
Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	37
Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	38
Tabel 3. 9 Spesifikasi Bucket Elevator	39
Tabel 3. 10 Spesifikasi Pompa	40
Tabel 3. 11 Spesifikasi Lanjutan Pompa	41
Tabel 3. 12 Spesifikasi Lanjutan Pompa	43
Tabel 3. 13 Spesifikasi Heat Exchanger 01.....	44
Tabel 3. 14 Spesifikasi Heat Exchanger 02.....	45
Tabel 3. 15 Spesifikasi Heat Exchanger 03.....	46
Tabel 3. 16 Spesifikasi Heat Exchanger 04.....	47
Tabel 3. 17 Spesifikasi Heat Exchanger 05.....	48
Tabel 3. 18 Neraca Massa Total	49
Tabel 3. 19 Neraca Massa Reaktor 01	50
Tabel 3. 20 Neraca Massa Reaktor 02.....	50
Tabel 3. 21 Neraca Massa Evaporator.....	51
Tabel 3. 22 Neraca Massa Spray Dryer.....	51
Tabel 3. 23 Neraca Panas Reaktor 01.....	52
Tabel 3. 24 Neraca Panas Reaktor 02.....	52
Tabel 3. 25 Neraca Panas Evaporator	52
Tabel 3. 26 Neraca Panas Spray Dryer.....	53
Tabel 3. 27 Neraca Panas HE-01.....	53
Tabel 3. 28 Neraca Panas HE-02.....	54
Tabel 3. 29 Neraca Panas HE-03.....	54
Tabel 3. 30 Neraca Panas HE-04.....	54
Tabel 3. 31 Neraca Panas HE-05.....	55
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	60
Tabel 4. 2 Jadwal Kerja <i>Shift</i>	72
Tabel 4. 3 Jadwal Kerja <i>Shift</i>	73
Tabel 4. 4 Jadwal Lanjutan Kerja <i>Shift</i>	73
Tabel 4. 5 Rincian Gaji Bulanan	74

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Karyawan.....	78
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Karyawan.....	79
Tabel 5. 3 Total Kebutuhan Air Domestik.....	79
Tabel 5. 4 Kebutuhan Air input.....	80
Tabel 5. 5 Kebutuhan Air untuk Layanan Umum dan Laboratorium	81
Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	87
Tabel 5. 7 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	87
Tabel 5. 8 Kebutuhan Listrik Perkantoran	89
Tabel 5. 9 Spesifikasi Alat Utilitas.....	91
Tabel 5. 10 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	92
Tabel 5. 11 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	94
Tabel 5. 12 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	95
Tabel 5. 13 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	96
Tabel 5. 14 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	97
Tabel 5. 15 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	98
Tabel 5. 16 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	98
Tabel 5. 17 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	99
Tabel 5. 18 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	100
Tabel 5. 19 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	101
Tabel 5. 20 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	101
Tabel 5. 21 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	101
Tabel 5. 22 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	102
Tabel 5. 23 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas.....	102
 Tabel 6. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)	 107
Tabel 6. 2 Physical Plant Cost (PPC).....	115
Tabel 6. 3 Direct Plant Cost (DPC).....	115
Tabel 6. 4 Fixed Capital Investment (FCI).....	115
Tabel 6. 5 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	116
Tabel 6. 6 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC).....	116
Tabel 6. 7 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	116
Tabel 6. 8 <i>Manufacturing Cost</i> (MC).....	117
Tabel 6. 9 <i>Working Capital</i>	117
Tabel 6. 10 <i>General Expense</i>	117
Tabel 6. 11 <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	117
Tabel 6. 12 <i>Fixed Cost</i> (Fa).....	118
Tabel 6. 13 <i>Variable Cost</i> (Va)	118
Tabel 6. 14 <i>Regulated Cost</i> (Ra)	118
Tabel 6. 15 Tabel Analisa Keuntungan.....	119
Tabel 6. 16 <i>Tabel Discontinued Cash Flow Rate</i>	120
Tabel 6. 17 Resiko Pabrik	121
Tabel 6. 18 Hasil Analisa Kelayakan	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur Kimia Monomer Resin Urea Formaldehid.....	2
Gambar 1. 2 Grafik Impor Urea Formaldehid di Indonesia.....	3
Gambar 1. 3 Grafik Konsumsi Urea Formaldehid di Indonesia	6
Gambar 1. 4 Reaksi Metiolasi Pembentukan Senyawa Metilol Urea	9
Gambar 1. 5 Reaksi Kondensasi Pembentukan Polimer.....	10
Gambar 2. 1 Struktur Molekul Urea Formaldehid	17
Gambar 2. 2 Struktur Molekul Urea	18
Gambar 2. 3 Struktur Molekul Formaldehid.....	19
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik	56
Gambar 4. 2 Denah Tata Letak Pabrik Urea Formaldehid	62
Gambar 4. 3 Denah Tata Letak Proses Pabrik Urea Formaldehid	64
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan	66
Gambar 4. 5 Diagram Alir Utilitas	104
Gambar 6. 1 Grafik Hubungan antara Tahun dengan Indeks Harga	109
Gambar 6. 2 Grafik Analisis Ekonomi.....	125

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN



T	: <i>Temperature</i> , °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
Q	: Kebutuhan Kalor, kJ/Jam
A	: Luas Penampang, m ²
V	: Volume, m ³
T	: Waktu, jam
M	: Massa, kg
Fv	: Laju Volumetrik, m ³ /jam
R	: Jari- jari, in
P	: <i>Power motor</i> , hp
Ts	: Tebal <i>shell</i> , in
ΔP_T	: <i>Pressure drop</i> , psia
ID	: <i>Inside diameter</i> , in
OD	: <i>Outside diameter</i> , in
Th	: Tebal <i>head</i> , in
Re	: Bilangan Reynold
u_0	: Kecepatan awal fluidisasi, m/s
U_{mf}	: Kecepatan fluidisasi minimum, m/s

F : Allowable Stress, psia

E : Efisiensi pengelasan

Icr : Jari-jari sudut dalam, in

Ud : Koefisien transfer panas dalam keadaan kotor, Btu/jam ft²°F

Uc : Koefisien transfer panas dalam keadaan bersih, Btu/jam ft²°F

Rd : Faktor pengotor

Cp : Kapasitas Panas, Btu/lb°F

K : Konduktivitas termal, Btu/jam ft²°F

JH : Heat transfer factor

Hi : Inside film coefficient, Btu/jam ft²°F

Ho : Outside film coefficient, Btu/jam ft²°F

LMTD: Long mean temperature different, °F

K : Konstanta kinetika reaksi, 1/waktu

Wf : Total head, in

ΔH : Entalpi, kJ/Jam

Th : Tebal head, in

الجامعة الإسلامية
الإسلامية
الاندونيسية

ABSTRAK

Urea formaldehid adalah senyawa kimia dengan rumus ($C_2H_4N_2O$) yang merupakan jenis resin amino yang dihasilkan dari reaksi antara urea dan formaldehid. Urea formaldehid memiliki kegunaan dalam industri seperti bahan adhesif, laminasi pada produk furniture, serta *hardwood polywood*. Urea formaldehid dapat disimpan dalam bentuk cair maupun padat. Pabrik urea formaldehid serbuk ini dirancang untuk beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dengan kapasitas sebesar 70.000 ton/tahun. Kebutuhan bahan baku dari pabrik ini adalah urea sebanyak 4.899,828 kg/jam, larutan formaldehid 37% sebanyak 13.242,780 kg/jam, larutan natrium hidroksida sebanyak 10,207 kg/jam serta asam sulfat sebanyak 6,124 kg/jam. Proses pembuatan resin urea formaldehid dilakukan dengan mereaksikan urea dan larutan formaldehid 37% yang akan mengalami dua reaksi yaitu reaksi adisi dan reaksi kondensasi. Pada reaksi pertama yaitu reaksi adisi pada (R-01) reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi adisi ini berjalan pada suhu $80^{\circ}C$ dengan perbandingan molar antara urea dan larutan formaldehid 37% adalah 1:2 dalam kondisi basa dengan penambahan larutan natrium hidroksida (NaOH) dari reaksi adisi terbentuk metilol urea atau dimetil urea (DMU). Reaksi kedua yaitu reaksi kondensasi atau polimerisasi pada reaktor (R-02) (RATB). Reaksi ini berjalan pada suhu $105^{\circ}C$ dengan penambahan asam sulfat (H_2SO_4) dari reaksi ini terbentuk urea formaldehid. Produk hasil reaksi kemudian dipekatkan dengan evaporator dan terakhir dikeringkan menjadi serbuk urea formaldehid dengan *spray dryer*. Pabrik ini direncanakan untuk didirikan di kota Bontang, Kalimantan Timur dengan luas 1,98 ha. Pabrik memerlukan air sebanyak 10.330 kg/jam yang diperoleh dari sungai, udara sebanyak 24, 2986 m^3 /jam dan wat sebanyak 566,533 KWatt yang diperoleh dari PLN. Pabrik ini didirikan dengan modal tetap atau *fixed capital* sebesar \$ 22.236.208 dan dijalankan dengan *working capital* sebesar \$ 71.586.538 dengan mendapatkan keuntungan sebelum pajak \$90.349.650.797 dan setelah pajak \$5638513. Nilai *Return on Investment* (ROI) 38% dan sesudah pajak untuk pabrik ini 25%, *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 3 tahun, sedangkan *Break Event Point* (BEP) sebesar 42,83% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 25,94%. Pabrik urea formaldehid ini digolongkan sebagai *low risk* dengan analisis risiko.

Kata kunci: Urea, Formaldehid, Metilol Urea, Resin Urea Formaldehid, Serbuk

المعجزة الإسلامية الأندلسية

ABSTRACT

Urea Formaldehyde is a chemical compound with the formula ($C_2H_4N_2O$), classified as an amino resin produced from the reaction between urea and formaldehyde. Urea formaldehyde is utilized in various industries, including adhesives, laminates for furniture products, and hardwood plywood. It can be stored in both liquid and solid forms. This powdered urea formaldehyde plant is designed to operate continuously for 330 days per year, with a capacity of 70.000 tons per year. The raw material requirements for this plant are 4.899.828 kg/hour of urea, 13.242.780 kg/hour of 37% formaldehyde solution, 10.207 kg/hour of sodium hydroxide solution, and 6.124 kg/hour of sulfuric acid. The production process of urea formaldehyde resin involves reacting urea and a 37% formaldehyde solution, undergoing two reactions: addition and condensation. The first reaction, addition, occurs in an agitated tank reactor (R-01) at 80°C with a molar ratio of 1:2 between urea and the 37% formaldehyde solution in an alkaline condition with the addition of sodium hydroxide (NaOH). This addition reaction forms methylol urea or dimethyl urea (DMU). The second reaction, condensation or polymerization, takes place in reactor (R-02) at 105°C with the addition of sulfuric acid (H_2SO_4), resulting in the formation of urea formaldehyde. The product is then concentrated using an evaporator and finally dried into powdered urea formaldehyde with a spray dryer. The plant is planned to be established in Bontang, East Kalimantan, covering an area of 1,98 hectares. It requires 10.330 kg/hour of water sourced from the river, 24.2986 m³/hour of air, and 566.533 KWatt of electricity supplied by PLN. The plant will be constructed with a fixed capital investment of \$22.236.208 and operated with a working capital of \$71.586.538, generating a pre-tax profit of \$90.349.650.797 and a post-tax profit of \$5.638.513. The Return on Investment (ROI) is 38% before tax and 25% after tax, with a Pay Out Time (POT) of 3 years post-tax. The Break-Even Point (BEP) is 42.83%, and the Shut Down Point (SDP) is 25.94%. This urea formaldehyde plant is categorized as low risk according to the risk analysis.

Keywords: Urea, Formaldehyde, Methylol Urea, Urea Formaldehyde Resin, Powder

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memasuki akhir tahun 2023, fundamental perekonomian nasional Indonesia terus mengalami penguatan dengan capaian PDB kuartal II-2023 berada pada angka 5,17%. Pertumbuhan ekspansif tersebut didukung oleh sektor industri pengolahan yang mampu bertumbuh sebesar 4,88% dengan kontribusi terhadap PDB sebesar 18,25% (Humas ekon.go.id, 2023) .

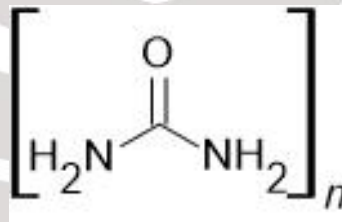
Salah satu sektor industri manufaktur yang terus berkembang pesat di Indonesia adalah produksi urea formaldehid resin dengan jumlah pabrik perekat yang sudah berdiri lebih dari 30 pabrik, dengan kapasitas terpasang sebesar rata-rata 72.353 ton/tahun.

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, 1983).



Gambar 1. 1 Struktur Kimia Monomer Resin Urea Formaldehid

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi merupakan jumlah maksimum *output* yang dapat diproduksi atau dihasilkan dalam satuan waktu tertentu. Menentukan kapasitas pabrik adalah langkah awal sebelum dimulainya perancangan/pendirian pabrik kimia. Kapasitas pabrik sangat berpengaruh terhadap aspek teknis dan ekonomis, yaitu menghasilkan produk yang memiliki keuntungan yang maksimal dengan biaya produksi yang minimal. Penentuan kapasitas pabrik mempertimbangkan data *supply* yang meliputi produksi dalam negeri dan *import*, serta *demand* yang meliputi konsumsi dan *export*.

1.2.1 Data Impor Urea Formaldehid di Indonesia

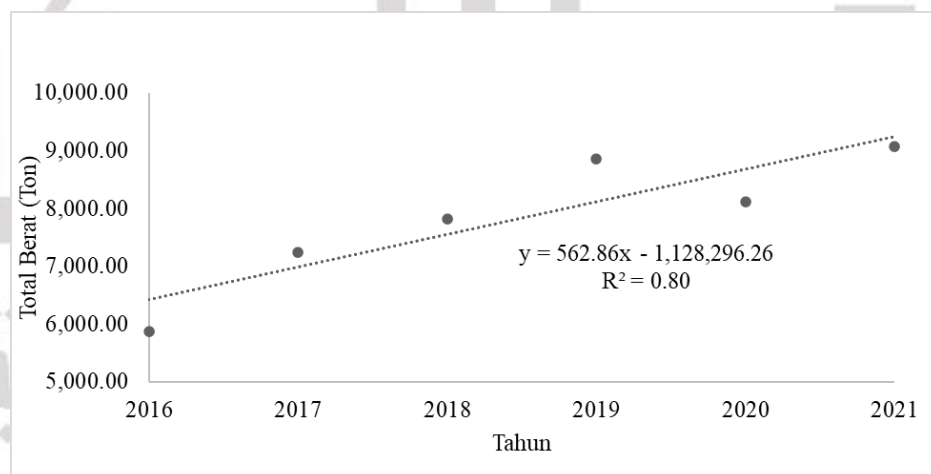
Berdasarkan data impor yang diperoleh dari catatan badan statistik Indonesia tahun 2023, didapatkan hasil:

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 Statistik Indonesia 2023)

Dari data yang di peroleh, didapatkan grafik impor dari urea formaldehid sebagai berikut :



Gambar 1. 2 Grafik Impor Urea Formaldehid di Indonesia

Pada grafik impor didapatkan nilai $Y = 15.998,12$ ton pada tahun 2033

1.2.2 Data Ekspor Urea Formaldehid di Indonesia

Berdasarkan data kapasitas pabrik urea formaldehid didapatkan data pabrik urea formaldehid yang sudah berdiri di Indonesia.

Tabel 1. 2 Data Pertumbuhan Ekspor Urea Formaldehid di Indonesia

Tahun	Total Berat/ <i>Net Weight</i> (Ton)	Persen Pertumbuhan
2019	48.847	
2020	127.961	1,61963
2021	1.166,070	8,11263
2022	218,331	-0,81276

Pada persen pertumbuhan yang *minus* menyatakan bahwa semakin lama pertumbuhan ekspor urea formaldehid semakin menurun. Pada proyeksi tahun dengan total berat juga sangat kecil, untuk itu kita dapat menggunakan proyeksi dengan pertumbuhan tahunan rata-rata atau *Compound Annual Growth Rate* (CAGR)

$$CAGR = \left(\frac{\text{Nilai Akhir}}{\text{Nilai Awal}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Keterangan :

n = Jumlah tahun

$$CAGR = \left(\frac{218,331}{48,847} \right)^{\frac{1}{3}} - 1$$

Didapatkan nilai CAGR = 64,72%, proyeksi ekspor untuk tahun 2033 dapat dihitung dengan rumus proyeksi :

$$\text{Proyeksi} = \text{Nilai Akhir} \times (1 + CAGR)^{\text{jumlah tahun proyeksi}}$$

$$\text{Proyeksi} = 218,331 \times (1 + 0,6472)^{11}$$

Maka didapatkan proyeksi pada tahun 2033 sebesar 52.900,78 ton

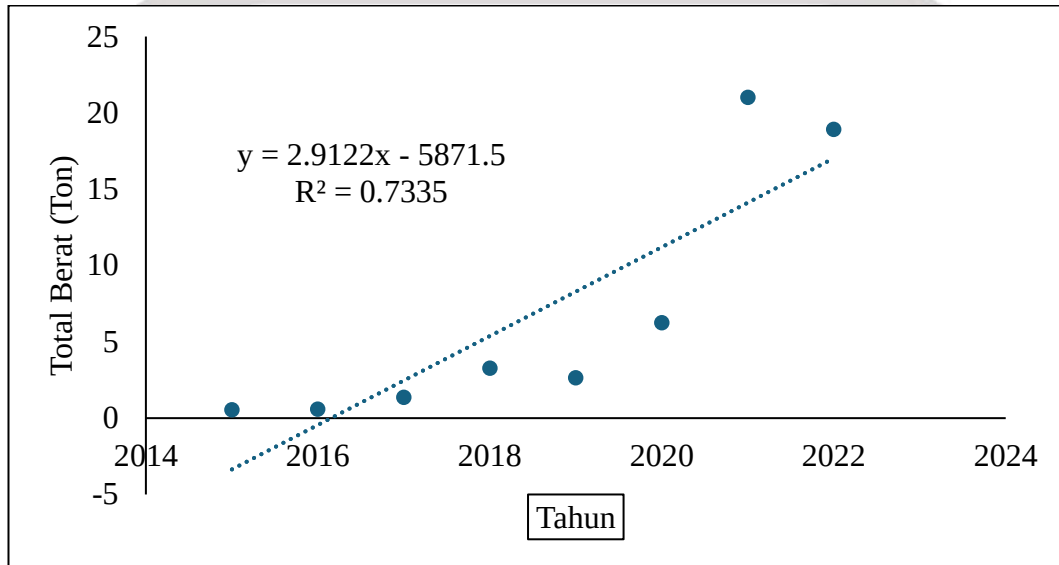
1.2.3 Data Konsumsi Urea Formaldehid di Indonesia

Data konsumsi urea formaldehid dihitung dari penggunaan dalam produk *plywood* sebanyak 5%

Tabel 1. 3 Data Konsumsi Urea Formaldehid di Indonesia

Tahun	Total Berat (Ton)	Penggunaan pada <i>plywood</i> (5%)
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

Dari data yang diperoleh, didapatkan grafik konsumsi urea formaldehid di Indonesia sebagai berikut :



Gambar 1. 3 Grafik Konsumsi Urea Formaldehid di Indonesia

Pada grafik konsumsi didapatkan nilai $Y = 49,003$ ton pada tahun 2033

1.2.4 Data Produksi Urea Formaldehid di Indonesia

Untuk data produksi urea formaldehid didapatkan dari rangkuman pabrik beserta besar kapasitas pabrik urea formaldehid yang sudah berdiri di Indonesia.

Tabel 1. 4 Data Kapasitas Perusahaan Urea Formaldehid di Indonesia

No	Nama Perusahaan	Kapasitas (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 Adhesives	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 Internasional	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 Specialty Adhesive	2.500
30.	PT. Makro Rekat Sekawan	6.000
31.	PT. Mitra Semesta Lemindo	5.500
32.	PT. Moresco Macro Adhesive	6.000
Total Kapasitas		2.315.304
Rata-Rata Kapasitas		72.353

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Dari riset yang telah dilakukan didapatkan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku sebagai berikut :

Bahan Baku	Nama Perusahaan	Ton/Tahun
Urea	PT. Pupuk Kalimantan Timur	3.671.500
Formaldehid	PT. Duta Pertiwi Nusantara	51.500

Penentuan kapasitas pabrik diambil dari rata-rata produksi Pabrik urea formaldehid yang sudah berdiri di Indonesia yaitu **70.000 ton/tahun**, dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku urea dan formaldehid.

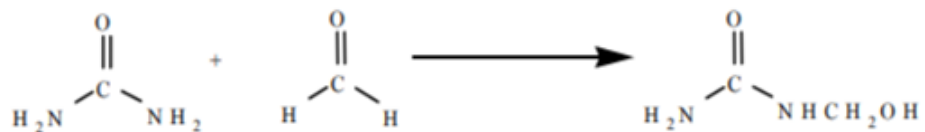
1.4 Tinjauan Pustaka

Proses pembentukan urea formaldehid resin terbagi menjadi 2 tahapan yaitu, reaksi metiolasi (*methylolation*) dan reaksi kondensasi (*condensation*). Kedua

reaksi tersebut tidak bekerja pada dalam kondisi operasi yang sama. Kondisi operasi ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti waktu reaksi, suhu, rasio mol, dan Ph (Hare, 1994).

a. Reaksi Metiolasi

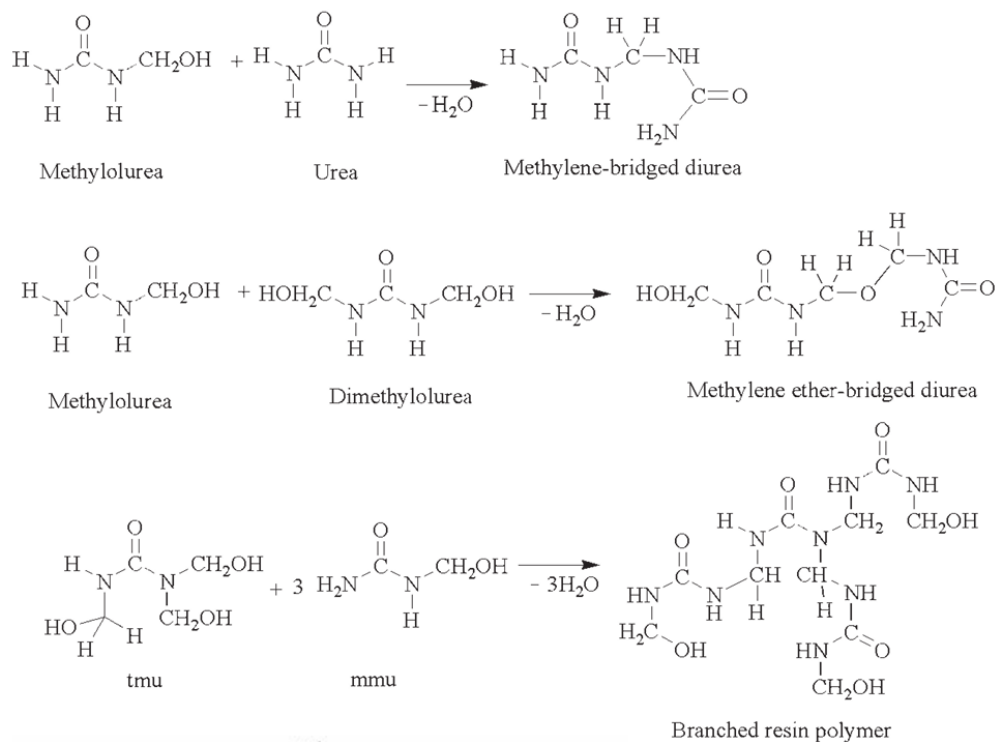
Tahap pertama dari proses pembuatan urea formaldehid (UF) adalah reaksi metiolasi. Proses metiolasi merupakan reaksi pembentukan metilol urea dari reaksi adisi antara urea dan formaldehid yang dijalankan dalam kondisi basa. Kondisi basa dilakukan dengan penambahan larutan natrium hidroksida (NaOH)



Gambar 1. 4 Reaksi Metiolasi Pembentukan Senyawa Metilol Urea

b. Reaksi Kondensasi

Tahap kedua merupakan reaksi kondensasi (polikondensasi) dimana akan terbentuk dua jenis ikatan, yaitu ikatan metilen eter dan ikatan metilen (Dunky, 2002).

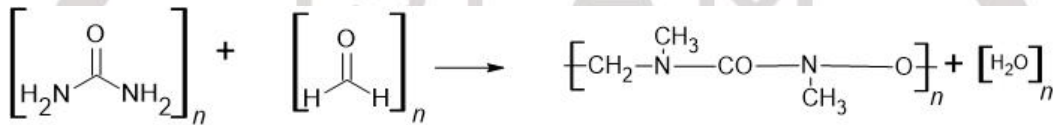


Gambar 1. 5 Reaksi Kondensasi Pembentukan Polimer

Reaksi antara metilol urea dan metilen glikol/formaldehid membentuk hemiformal oligomer. Pada tahap ketiga, penurunan pH pada kondisi asam dengan penambahan asam sulfat mendorong reaksi kondensasi antar rantai metilol dan menghasilkan senyawa yang menjembatani metilen dan eter. Berbagai gugus fungsi dari oligomer yang ada, jaringan termoset akan terbentuk pada tahap akhir proses (Hare, 1994). Reaksi polikondensasi ini diharapkan tidak terbentuk karena akan membentuk produk yang sulit diolah kembali. Reaksi polikondensasi dapat ditekan dengan menggunakan senyawa larutan natrium hidroksida (NaOH) sebagai katalis reaksi metiolasi yang berlangsung optimum pada keadaan alkali.

Pemilihan Proses

Dalam proses pembentukan urea formaldehid yang melibatkan 2 proses yaitu metiolasi dan kondensasi



Ada beberapa proses yang dapat digunakan dalam produksi urea formaldehid resin antara lain :

- Proses Produksi *Batchwise*/ Bertahap
- Proses Produksi *Continuous* / Kontinyu

Tabel Pebandingan Proses Pembuatan

Tabel 1. 5 Tinjauan Pemilihan Proses

Proses <i>Batch</i>	Proses Kontinyu
Kapasitas produksi lebih kecil dibandingkan dengan proses kontinyu	Kapasitas produksi besar
Reaktor yang digunakan dapat diatur dalam penggunaannya, bisa sewaktu-waktu dihidupkan atau dimatikan	Reaktor yang digunakan beroperasi secara terus menerus dan hanya diberhentikan ketika evaluasi
Produk yang dihasilkan lebih sama dan seragam	Produk yang dihasilkan sama tetapi tidak sama rata seperti proses <i>batch</i>

Kondisi operasi lebih mudah untuk dimodifikasi apabila terdapat perubahan parameter proses	Dibutuhkan lebih dari satu reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) untuk masing-masing reaksi yaitu reaksi adisi dan reaksi kondensasi
Reaktor yang digunakan dapat menimbulkan <i>fouling</i> seperti pada <i>slurry</i>	Penggunaan dua reaktor yang dapat menimbulkan risiko jika terjadi kerusakan disalah satu reaktor maka akan menghentikan produksi pada pabrik

Berdasarkan Tabel 1.5 terkait perbandingan proses pembentukan urea formaldehid resin dari urea dan formaldehid maka dipilih proses kontinyu karena pabrik yang akan didirikan termasuk pabrik dengan kapasitas cukup besar yaitu 70.000 ton/tahun. Selain dari tinjauan proses produk urea formaldehid dapat diproduksi dalam bentuk cair maupun padatan/serbuk. Adapun beberapa tinjauan mengenai bentuk akhir produk sebagai berikut :

Tabel 1. 6 Perbandingan Produk Urea Formaldehid dalam Bentuk Cair dan Serbuk

Urea Formaldehid Cair	Urea Formaldehid Serbuk
Masa simpan produk kurang lebih 1 bulan	Masa simpan produk kurang lebih 12 bulan
Harga produk relatif murah	Harga produk relatif lebih mahal dibanding dengan produk cair karena melalui proses yang lebih panjang
Penyimpanan bahan memerlukan lebih banyak pertimbangan	Penyimpanan dan transportasi produk jauh lebih mudah

keamanannya dibandingkan dengan produk dalam bentuk serbuk	
Jumlah <i>free</i> formalin yang terkandung dalam produk lebih banyak	Adanya proses pengeringan yang menjadikan jumlah <i>free</i> formalin yang terkandung lebih sedikit dibandingkan dari produk cair

Berdasarkan pertimbangan dari perbedaan bentuk produk cair dan padat/serbuk, maka dipilih urea formaldehid dalam bentuk serbuk. Produk akhir yang diperoleh dari proses pengeringan urea formaldehid cair menggunakan *spray dryer* sehingga didapatkan urea formaldehid dalam bentuk serbuk.

1.5 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika

1.5.1 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.

penelitian yang dilakukan Danarto tahun 2002, Reaksi urea formaldehid terdiri dari dua tahap yaitu :

1. Reaksi adisi formaldehid membentuk gugus hidroksimetil yang disebut juga dengan metilolilasi atau hidroksimetilasi

2. Reaksi kondensasi dari unit monomer dengan disertai pembebasan H₂O untuk membentuk sebuah dimer rantai panjang ataupun jaringan polimer yang kompleks

Reaksi urea formaldehid terjadi secara bertahap antara gugus aktif.

Reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut :



Reaksi- reaksi tersebut disederhanakan sebagai berikut :



Persamaan persamaan kecepatan reaksinya dapat dituliskan :

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

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

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

Dari substitusi persamaan (5) dan (7) ke persamaan (6) diperoleh :

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

Sehingga didapatkan konstanta kecepatan reaksi k_1 dan k_2 :

$$k_1 = 1,779 \exp \left(-\frac{1772}{T} \right) \quad (9)$$

$$k_2 = 3.6056 \exp \left(-\frac{1280}{T} \right) \quad (10)$$

Dengan,

k_1 = Konstanta kecepatan reaksi adisi (L/gek.menit)

k_2 = Konstanta kecepatan reaksi kondensasi (L/gek.menit)

T = Suhu reaksi (°C)

(Danarto, 2002)

1.5.2 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika reaksi dilakukan dengan membandingkan nilai entalpi reaksi (ΔH_r) dan energi bebas Gibbs reaksi (ΔG). Nilai ΔH_r menunjukkan energi yang dibutuhkan atau dihasilkan selama reaksi. ΔH positif (+) berarti reaksi memerlukan panas (endotermis). Nilai negatif (-) dari ΔH menunjukkan bahwa panas akan dihasilkan selama reaksi (eksotermis). Untuk menghitung nilai ΔH_r , digunakan hubungan antara panas reaksi dan suhu (Smith, 1950).

Tabel 1. 7 Data entalpi pembentukan standar senyawa

Komponen	Rumus Molekul	$\Delta H_f^0 298,15 K (kJ/mol)$
Urea	$CO(NH_2)_2$	-333,5
Formaldehid	$CHOH$	-115,874
Dimetil Urea	DMU	-221
Air	H_2O	-285,85

Sumber: Yaws, 1999

Berdasarkan data ΔH_f^0 tersebut dapat dihitung besarnya panas reaksi standar (ΔH_r^0) pembentukan Dimetil Urea:

$$\Delta H_r^0 = \Delta H_f^0 \text{ produk} - \Delta H_f^0 \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_r^0 = (\Delta H_f^0 DMU + \Delta H_f^0 H_2O) - (\Delta H_f^0 CO(NH_2)_2 + \Delta H_f^0 2(CHOH))$$

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

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

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

Karena harga ΔH_r bernilai positif, maka reaksi adisi pembentukan dimetil urea (DMU) tersebut bersifat endotermis atau memerlukan panas.

Pada reaksi kedua yaitu reaksi kondensasi yang terjadi merupakan reaksi yang sedikit eksotermis dengan nilai entalpi :

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

Karena harga ΔH_r bernilai negatif, maka reaksi kondensasi pembentukan urea formaldehid (UF) tersebut bersifat eksotermis atau mengeluarkan panas.

BAB II

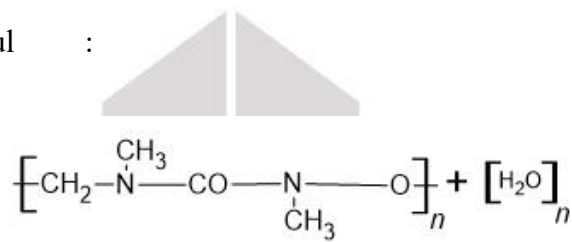
PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Urea Formaldehid

Sifat :

Struktur molekul :



Gambar 2. 1 Struktur Molekul Urea Formaldehid

Rumus kimia : $\text{C}_3\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_3$

Keadaan fisik : Cairan kental buran seperti susu

Bentuk : Serbuk

Bau : Bau formaldehid ringan

Titik leleh : -

Titik didih : -

pH : 7,7 hingga 8,5

Kelarutan : Urea formaldehida <2,5 g/mL, resin UF 1.2 dan 1.4

mudah larut dalam air panas dan dingin hingga perbandingan 2 bagian air dengan 1 bagian resin

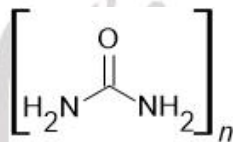
- Informasi bahaya : Toksisitas akut, berbahaya pada kulit dan jika terhirup, korosi/iritasi kulit dan kerusakan mata yang serius, sensitisasi pernafasan, serta karsinogenisitas.
 - *Management* : Suhu penyimpanan 20 °C - 30°C, disimpan dalam wadah tertutup dan terlindung dari sinar matahari, menjauhkan aktifitas makan, minum, dan merokok di area bahan, jangan sampai terkena mata, kulit, pakaian dan terhirup.
 - Pengendalian atau perlindungan pribadi : Gunakan pelindung mata yang tahan bahan kimia, sarung tangan dan respirator yang dilengkapi dengan alat pemurni udara. Produk limbah tidak boleh dibuang melalui saluran pembuangan, tetapi di proses di instalasi pengolahan limbah yang sesuai.
- Bahaya jika tertelan dan masuk ke saluran pernapasan. Menyebabkan iritasi kulit dan mata yang serius. Dapat menyebabkan iritasi pernafasan dan menyebabkan kanker. Beracun bagi kehidupan akuatik.

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1 Urea

Sifat :

Struktur molekul :



Gambar 2. 2 Struktur Molekul Urea

Rumus kimia : $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$

Keadaan fisik : Padat

Bentuk : Kristal

Bau : Samar seperti amonia

Titik leleh : 134°C

Titik didih : -

pH : 9 (dalam larutan air : 100 g/l, 20°C)

Kelarutan : 624 g/l pada 20°C

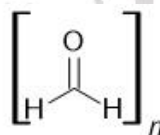
Termasuk golongan tidak berbahaya

- Informasi bahaya : kemungkinan reaksi berbahaya jika bereaksi keras dengan pengoksidasi kuat, Alkali, Klorat, Perklorat, Hidrogen peroksida.
- *Management* : Hindari pembentukan aerosol atau kabut, menjauhkan dari makanan, minuman, dan pakan hewan. Disimpan di tempat kering dan wadah tertutup rapat.
- Pengendalian atau perlindungan pribadi : Gunakanacamata pengaman dengan perlindungan samping, menggunakan sarung tangan yang sesuai.

2.2.2 Larutan Formaldehid 37%

Sifat :

Struktur molekul :



Gambar 2. 3 Struktur Molekul Formaldehid

Rumus kimia : CH_2O

Keadaan fisik : Cairan

Bentuk : Cairan

Bau : Pedas

Titik leleh : $< -15^\circ\text{C}$

Titik didih : 97°C

pH : 2,8 - 4 (dalam larutan air : 100 g/l, 20°C)

Kelarutan : dapat bercampur pada komposisi berapapun

- Informasi bahaya : Toksisitas akut pada lisan, kulit dan terhirup. korosi/iritasi kulit dan kerusakan mata yang serius, karsinogenisitas, Toksisitas organ sasaran spesifik dan iritasi saluran pernafasan, *flammable*, serta *oxidizing*
- *Management* : Simpan di tempat yang berventilasi baik, menjaga wadah tetap tertutup rapat, dan melindungi dari paparan eksternal seperti suhu tinggi suhu yang disarankan 15°C - 25°C , iradiasi cahaya langsung.
- Pengendalian atau Perlindungan pribadi : Gunakan kacamata pengaman dengan pelindung samping, menggunakan sarung tangan, perlindungan pernafasan dengan tipe ABEK. jauhkan dari saluran pembuangan, air permukaan dan air tanah.

2.2.3 Larutan Natrium Hidroksida

Sifat :

Rumus kimia : NaOH

Keadaan fisik : Cairan

Bentuk : Cairan

Bau : Pedas

Densitas : 1,499 g/ml (pada 25°C)

Titik didih (1 atm) : 143°C

pH : 14 pada larutan 7,5%

Kelarutan : 418 g/L pada (0°C), 1000 g/L pada (25°C) dan 3370 g/L pada (100°C)

(Supelco, 2022)

- Informasi Bahaya : Bila tertelan menyebabkan luka bakar dan rusaknya jaringan membran lendir di mulut, tenggorokan, kerongkongan dan perut. Bila terkontak dengan mata dapat merusak jaringan mata , efek luka bakar dan menyebabkan kebutaan. Bila uap dan debunya terhirup, dapat menyebabkan kerusakan saluran pernafasan atas dan jaringan lainnya sehingga menyebabkan gangguan paru-paru, tergantung besarnya paparan yang diterima. Bila terkena kulit dapat menyebabkan luka bakar.
- Management : Simpan di tempat yang sangat rapat
- Pengendalian atau Perlindungan pribadi : Gunakan kaca mata pengaman dengan pelindung penuh untuk melindungi cipratan, menggunakan sarung

tangan yang tahan bahan kimia, pakaian pelindung dan sepatu keselamatan yang tahan terhadap bahan kimia adanya fasilitas shower dan pembasuh mata harus mudah diakses.

2.2.4 Asam Sulfat

Sifat :

Rumus kimia : H_2SO_4

Keadaan fisik : Cairan

Bentuk : Cairan

Bau : Tidak berbau

Densitas : $1,80 - 1,84 \text{ g/cm}^3$

Titik didih (1 atm) : 290°C

pH : 1,2 pada 5 g/l

Kelarutan : Larut

- Informasi bahaya : bila terkena kulit dan tertelan menyebabkan luka bakar dan rusaknya jaringan membran lendir di mulut, tenggorokan, kerongkongan dan perut. Bila terkontak dengan mata dapat merusak

jaringan mata, efek luka bakar dan menyebabkan kebutaan. Bila uap dan debunya terhirup, dapat menyebabkan kerusakan saluran pernafasan atas dan jaringan lainnya sehingga menyebabkan gangguan paru-paru, tergantung besarnya paparan yang diterima. Bila terkena kulit dapat menyebabkan luka bakar.

- *Management* : Simpan di tempat yang sangat rapat

- Pengendalian atau perlindungan pribadi : gunakan kaca mata pengaman dengan pelindung penuh untuk melindungi cipratan, menggunakan sarung tangan yang tahan bahan kimia, pakaian pelindung dan sepatu keselamatan yang tahan terhadap bahan kimia adanya fasilitas shower dan pembasuh mata harus mudah diakses.

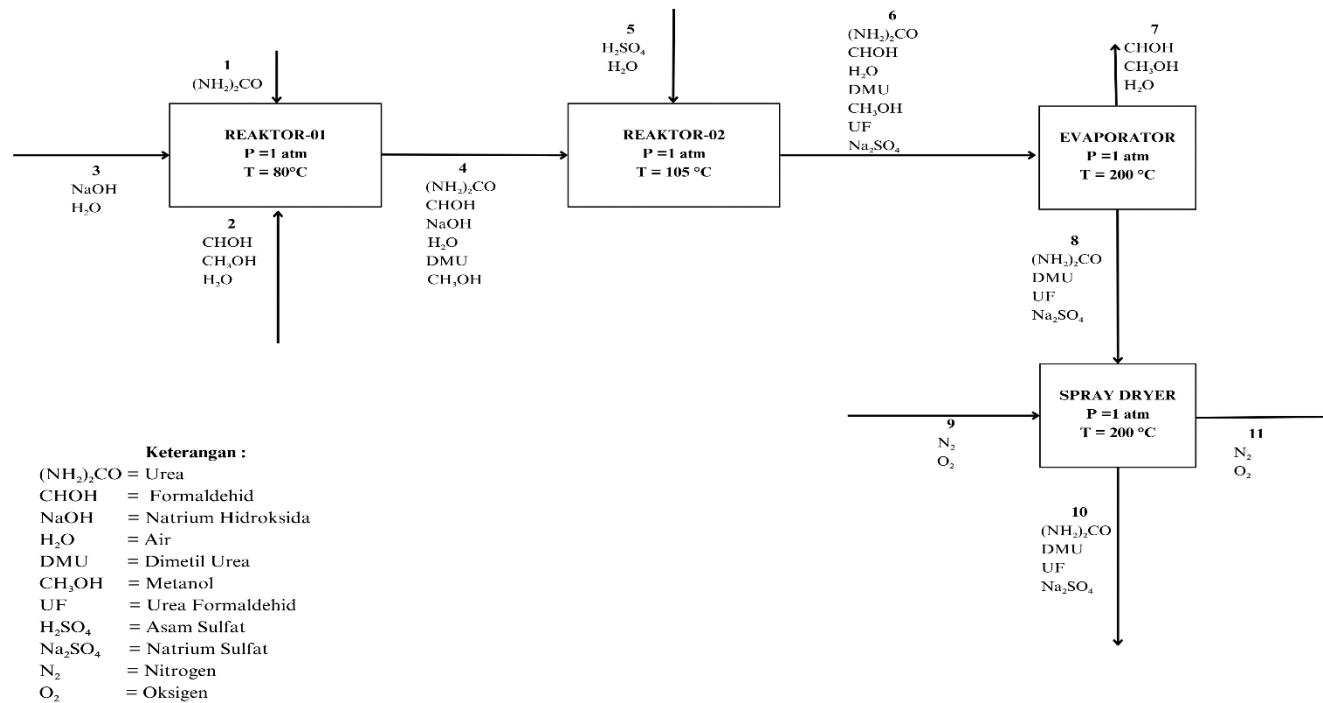


الجامعة الإسلامية
الاستاذة الدكتورة

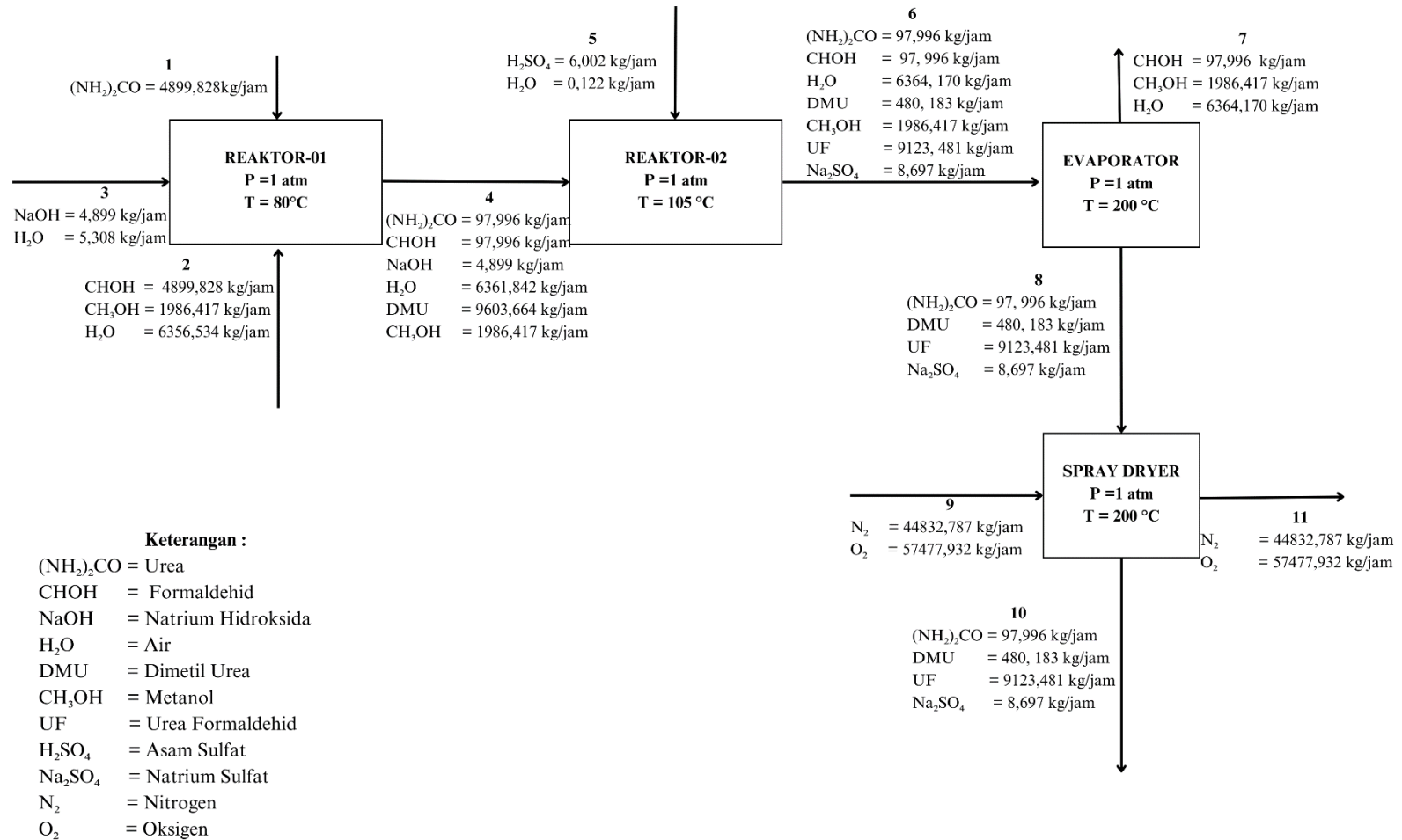
BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



3.2 Uraian Proses

3.2.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Pada proses industri pembentukan urea formaldehid resin kapasitas 70.000 ton/tahun, bahan baku yang digunakan adalah urea, larutan formaldehid, larutan natrium hidroksida, dan asam sulfat. Urea serbuk dengan kemurnian 99% yang disiapkan dalam silo bahan baku (S-01) dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm, lalu larutan formaldehid dengan kemurnian 37% yang disimpan pada tangki bahan baku (T-01) dengan suhu 30°C pada tekanan 1 atm yang akan menjaga kondisi larutan formaldehid tetap dalam kondisi cair. Larutan natrium hidroksida dengan kemurnian 48% disimpan pada tangki (T-02) dengan suhu 30°C pada tekanan 1 atm yang akan menjaga kondisi larutan natrium hidroksida tetap dalam kondisi cair, serta larutan asam sulfat dengan kemurnian 98% disimpan pada tangki (T-03) dengan suhu 30°C pada tekanan 1 atm yang akan menjaga kondisi larutan asam sulfat tetap dalam kondisi cair.

Dari tangki (T-01) yang terdapat bahan baku utama larutan formaldehid 37% dengan kondisi temperatur 30°C pada tekanan 1 atm dialirkan menggunakan pompa (P-01) menuju *Heat Exchanger* (HE-01) untuk dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 80°C hal ini bertujuan untuk menyesuaikan kondisi operasi pada tahapan selanjutnya yaitu reaksi dalam Reaktor (R-01), sedangkan urea padatan yang disimpan pada silo diumpankan dengan menggunakan *screw conveyor* dan *bucket elevator* menuju Reaktor (R-01), juga dari tangki (T-02) yang terdapat bahan baku larutan natrium hidroksida 48% dengan kondisi temperatur 30°C pada tekanan 1 atm dialirkan menggunakan pompa (P-03) menuju *Heat Exchanger* (HE-02)

untuk dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 80°C hal ini bertujuan untuk menyesuaikan kondisi operasi pada tahapan selanjutnya yaitu reaksi dalam Reaktor (R-01) dengan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang beroperasi pada suhu 80°C dengan tekanan 1 atm. Dari tangki (T-03) yang terdapat bahan baku larutan asam sulfat dengan kondisi temperatur 30°C pada tekanan 1 atm dialirkan menggunakan pompa (P-07) menuju *Heat Exchanger* (HE-04) untuk dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 105°C hal ini bertujuan untuk menyesuaikan kondisi operasi pada tahapan selanjutnya yaitu reaksi dalam Reaktor (R-02) dengan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang beroperasi pada suhu 105°C dengan tekanan 1 atm.

3.2.2 Tahap Reaksi

Pada tahap reaksi pertama yang terjadi pada reaktor (R-01) digunakan perbandingan mol antara urea dan formaldehid sebesar 1:2. Pada proses ini reaksi yang terjadi adalah reaksi adisi dengan penambahan larutan natrium hidroksida 48% untuk membuat reaksi terjadi dalam keadaan basa dengan kisaran pH 8-9 yang membentuk produk intermediet atau metilol urea yang disebut dimetil urea (DMU). Reaksi dijalankan dengan pengadukan secara terus menerus dalam (R-01) reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada suhu campuran 80°C dengan tekanan 1 atm.

Pada tahap reaksi kedua terjadi pada reaktor (R-02), dimana hasil produk intermediet atau DMU dari hasil reaktor (R-01) dialirkan dahulu menggunakan pompa (P-05) menuju *Heat Exchanger* (HE-03) untuk dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 105°C hal ini bertujuan untuk menyesuaikan kondisi operasi pada tahapan selanjutnya yaitu reaksi dalam Reaktor (R-02) dengan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang beroperasi pada suhu 105°C dengan tekanan 1

atm. Pada proses ini reaksi yang terjadi adalah reaksi kondensasi dengan penambahan asam sulfat kemunian 98% untuk membuat reaksi terjadi dalam keadaan asam dengan kisaran pH 5-6 yang membentuk hasil reaksi menjadi produk urea formaldehid (UF).

3.2.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Campuran cairan urea formaldehid resin dari hasil reaktor (R-02) yang akan diubah menjadi serbuk dengan menggunakan *Spray Dryer* (SD-01). Sebelum masuk *spray dryer*, campuran hasil reaktor (R-02) dilewatkan terlebih dahulu menuju evaporator (EV-01) agar cairan resin UF lebih pekat dan mengurangi beban pemanas pada *spray dryer* (SD-01) dalam menguapkan air. Pada proses evaporator dilakukan pemekatan hingga kandungan air berkurang 100% dari kandungan air mula-mula. Setelah proses pemekatan dengan evaporator (EV-01) selanjutnya dimasukan ke dalam *spray dryer* (SD-01) dengan laju udara pemanas yang dikontakan langsung terhadap umpan, dengan umpan udara yang telah dipanaskan sebelumnya pada *Heat Exchanger* (HE-05) sehingga hasil luaran dari *spray dryer*(SD-01) adalah serbuk urea formaldehid dengan kandungan 50% padatan urea formaldehid. Hasil dari luaran *spray dryer*(SD-01) yaitu urea formaldehid resin dengan suhu 100°C dilewatkan menggunakan *belt conveyor* (BC-01) dengan kondisi suhu UF resin akan menurun menjadi 30°C dan dijalankan menggunakan *bucket elevator* (BE-02) menuju silo penyimpanan produk (S-02).

3.3 Spesifikasi Alat Proses

3.3.1 Reaktor

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor 01

Spesifikasi Reaktor	
Kode	R-01
Fungsi	Mereaksikan urea dan larutan formaldehid 37% menjadi DMU
Jenis	Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)
Bahan	<i>Stainless steel, 316</i>
Suhu (°C)	80
Tekanan (atm)	1
Mode operasi	Kontinyu
Kondisi proses	<i>Isothermal</i>
Waktu tinggal (menit)	127
Volume (m ³)	36,700
Diameter alat (m)	3,82
Tinggi alat (m)	3,82
Tebal shell (in)	0,25
Tinggi cairan (m)	3,190
Bentuk <i>head</i>	<i>Torispherical dished head</i>
Tebal <i>head</i> (in)	0,160
Tinggi <i>head</i> (m)	0,587
Jenis pengaduk	<i>Flat blade turbines impeler</i>
Diameter pengaduk (m)	1,276
Jarak pengaduk dari dasar (m)	1,276
Kecepatan pengadukan (rpm)	37
<i>Power</i> pengaduk (Hp)	7,5
Jumlah Pengaduk	1

Jumlah <i>baffle</i>	4
Lebar <i>baffle</i> (m)	0,319
Koil pemanas	
Jumlah lilitan	7
Tinggi tumpukan koil (m)	0,482
Diameter lilitan koil (m)	0,04
Panjang keliling lilitan koil (m)	8,414
Panjang koil (m)	51,320
Harga USD (\$)	532000

Tabel 3. 2 Spesifikasi Reaktor 02

Spesifikasi Reaktor	
Kode	R-02
Fungsi	Perpanjangan Rantai monomer DMU menjadi urea formardehid
Jenis	Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)
Bahan	<i>Stainless steel, 316</i>
Suhu (°C)	105
Tekanan (atm)	1
Mode operasi	Kontinyu
Kondisi proses	<i>Isothermal</i>
Waktu tinggal (menit)	34,5
Volume (m ³)	6,709
Diameter alat (m)	2,044
Tinggi alat (m)	2,044
Tebal <i>shell</i> (in)	0, 25
Tinggi cairan (m)	1,703
Bentuk <i>head</i>	<i>Torispheical dished head</i>
Tebal <i>head</i> (in)	0, 138

Tinggi <i>head</i> (m)	0,33
Jenis pengaduk	<i>Flat blade turbines impeler</i>
Diameter pengaduk (m)	0,681
Jarak pengaduk dari dasar (m)	0,681
Kecepatan pengadukan (rpm)	47,561
<i>Power</i> pengaduk (Hp)	2
Jumlah Pengaduk	1
Jumlah <i>baffle</i>	4
Lebar <i>baffle</i> (m)	0,170
Koil Pendingin	
Jumlah lilitan	14
Tinggi tumpukan koil (m)	0,987
Diameter lilitan koil (m)	0,04
Panjang keliling lilitan koil (m)	4,494
Panjang koil (m)	62,276
Harga USD (\$)	196200

3.3.2 Evaporator

Tabel 3. 3 Spesifikasi Evaporator

Kode	Ev-01
Fungsi	Menguapkan air, formaldehid, dan metanol
Jenis	<i>Vertical short tube</i>
Material	<i>Stainless steel</i>
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	200
Tekanan (atm)	1
Jumlah	1

Dimensi Evaporator	
Diameter (m)	2,895
Tinggi (m)	4,111
Tebal <i>Shell</i> (in)	0,35
Tebal <i>Head</i> (in)	0,1875
Dimensi Heat Exchanger	
<i>Shell Side :</i>	
Fluida Panas	<i>Steam</i>
ID <i>Shell</i> (m)	2,8 m
<i>Pass</i>	1
Tube Side	
Fluida dingin	<i>Heavy Organic</i>
Jumlah <i>Tube</i>	167
OD <i>Tube</i> (in)	1
BWG	15
ID <i>Tube</i> (in)	0,86
Panjang <i>Tube</i> (m)	1,828
Faktor Pengotor HE	
Rd	0,0043
Rd min	0,004
Harga USD (\$)	225.900

3.3.3 Spray Dryer

Tabel 3. 4 Spesifikasi *Spray Dryer* 01

Kode	SD-01
Fungsi	Mengeringkan produk melalui proses kontak langsung dengan udara pengering sehingga didapatkan produk berupa <i>powder</i>
Jenis	<i>Spray dryer with pressure atomizer</i>
Bahan	<i>Stainless steel 316</i>
Jumlah	1
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	200
Tekanan (atm)	1
Waktu tinggal (detik)	3
Spesifikasi Alat	
Volume Alat (m ³)	16,421
Diameter Silinder (m)	1,9
Tinggi Konis (m)	0,5
Tinggi Silinder (m)	7
Tinggi Total (m)	8,194
Tebal Shell (in)	0,375
Diameter dropet (μm)	1000
Harga USD (\$)	57.200

3.4 Alat Penyimpanan Bahan

3.4.1 Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Kode	T-01	T-02	T-03
Fungsi	Menyimpan Kebutuhan Larutan Formaldehid (CH_2O)	Menyimpan Kebutuhan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)	Menyimpan Kebutuhan Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4)
Lama Penyimpanan (hari)	14	14	7
Fasa	Cair	Cair	Cair
Jumlah tangki (unit)	1	1	1
Jenis tangki (unit)	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak
Kondisi operasi			
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	30	30	30
Tekanan (atm)	1	1	1
Spesifikasi			
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
	<i>SA-240 type 316</i>	<i>SA-240 type 316</i>	<i>SA-240 type 316</i>
Kondisi terhitung :			
Volume tangki (m^3)	2,997	1,464	0,729
Diameter (m)	16,836	1,325	1,050

Tinggi (m)	13,469	1,060	0,840
Standar perancangan :			
Volume tangki (m³)	3.843	8,889	6,669
Diameter (m)	18,288	3,048	3,048
Tinggi (m)	14,630	1,219	0,914
Jumlah <i>course</i>	5	2	2
Tebal <i>shell</i> (in)	<i>Course 5</i> (18 ft) : 0,194 in	<i>Course 2</i> (6 ft) : 0,133 in	<i>Course 2</i> (6 ft) : 0,133 in
	<i>Course 4</i> (12 ft) : 0,277 in	<i>Course 1</i> (12 ft) : 0,144 in	<i>Course 1</i> (12 ft) : 0,144 in
	<i>Course 3</i> (18 ft) : 0,360 in		
	<i>Course 2</i> (24 ft) : 0,443 in		
	<i>Course 1</i> (30 ft) : 0,526 in		
<i>Head & Bottom</i>			
Jenis <i>head</i>	<i>Conical</i>	<i>Conical</i>	<i>Conical</i>
Tebal <i>head</i> (in)	0,5	0,187	0,187
Jenis <i>bottom</i>	<i>Flat</i>	<i>Flat</i>	<i>Flat</i>
Tebal <i>bottom</i> (in)	0,5	0,25	0,25
Harga (USD \$)	955.000	12.400	65.200

3.4.2 Silo Penyimpanan

Tabel 3. 6 Spesifikasi Silo Penyimpanan

Kode	S-01	S-02
Fungsi	Menyimpan Kebutuhan Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Menyimpan Produk Akhir Urea Formaldehid (UF)
Jenis/Tipe	<i>Bin storage</i>	<i>Bin storage</i>
Jumlah (unit)	1	1
Lama penyimpanan	7	7
Kondisi operasi		
Suhu (°C)	30	30
Tekanan (atm)	1	1
Fase	Padat	Padat
Konstruksi dan Material		
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 type 316</i>
Volume (m³)	691,055	625,59
Tinggi total silo (m)	18,313	17,071
Shell		
Diameter (ID) (m)	7,61	7,358
Tinggi (m)	15,214	14,717
Tebal (in)	0,313	0,272
Konis		
Tinggi (m)	3,091	2,354

Tebal (m)	0,001	0,001
Harga (USD \$)	491.400	409.100

3.5 Alat Transportasi

3.5.1 Screw Conveyor

Tabel 3. 7 Spesifikasi *Screw Conveyor*

Kode	SC-01
Fungsi	Mengangkut urea dari tangki penyimpanan menuju R-01
Fasa	Padat
Bentuk	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>
Jumlah	1
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	30
Tekanan (atm)	1
Konstruksi dan Material	
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
Kapasitas (kg/jam)	5.879
Diamter Screw (in)	10
Panjang (ft)	30
Kecepatan (rpm)	55
Daya (hp)	1,69
Harga USD (\$)	6.300

3.5.2 Belt Conveyor

Tabel 3. 8 Spesifikasi *Belt Conveyor*

Kode	BC-01
Fungsi	Mengangkut produk UF dari SD-01 menuju tangki penyimpanan S-02
Jenis	<i>Belt conveyor, continuous</i>
Jumlah	1
Kapasitas (kg/jam)	9722
Kondisi operasi	
Suhu (°C)	30
Tekanan (atm)	1
Konstruksi dan Material	
Kemiringan	10
Panjang (m)	3,046
Lebar (m)	0,356
Kecepatan (ft/menit)	100
Daya (hp)	0,5
Harga USD (\$)	500

3.5.3 Bucket Elevator

Tabel 3. 9 Spesifikasi *Bucket Elevator*

Kode	BE-01	BE-02
Fungsi	Mengangkut urea dari tangki penyimpanan menuju R-01	Mengangkut UF dari SD-01 menuju penyimpanan S-01
Jenis	<i>Centrifugal Discharge Bucket</i>	<i>Centrifugal Discharge Bucket</i>
Jumlah	1	1
Kondisi Operasi		
Suhu (°C)	30	30
Tekanan (atm)	1	1
Konstruksi dan Material		
Material	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kapasitas (Kg/jam)	4.899	9.710
Tinggi (m)	4	14
Kecepatan (ft/menit)	49,861	121,569
Power motor (hp)	1,5	2
Jumlah bucket	14	52
Harga USD (\$)	8.400	14.600

3.5.4 Pompa

Tabel 3. 10 Spesifikasi Pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Mengalirkan bahan baku larutan Formaldehid dari T-01 ke HE-01	Mengalirkan bahan baku larutan Formaldehid dari HE-01 ke R-01	Mengalirkan bahan baku larutan Natrium Hidroksida dari T-02 ke HE-02	Mengalirkan bahan baku larutan Natrium Hidroksida dari HE-02 ke R-01
Fasa	Cair	Cair	Cair	Cair
Jenis	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>
Jumlah	1	1	1	1
Kondisi Operasi				
Suhu (°C)	30	80	30	80
Tekanan (atm)	1	1	1	1
Kapasitas (m³/jam)	21,408	21,408	0,012	0,012
Total head pompa (m)	4,697	4,697	4,120	4,120
Daya (hp)	3	3	0,05	0,05
Efisiensi (%)	80	80	80	80
Konstruksi dan Material				

Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Luas aliran (in²)	12,7	12,7	0,06	0,06
Pipa				
Nominal pipe size (in)	4	4	0,125	0,125
Schedule number	40	40	40	40
ID (in)	4,026	4,026	0,27	0,27
OD (in)	4,5	4,5	0,4	0,4
Harga USD (\$)	16.200	16.200	3.700	3.700

Tabel 3. 11 Spesifikasi Lanjutan Pompa

Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan hasil luaran R-01 ke HE-03	Mengalirkan hasil luaran HE-03 ke R-02	Mengalirkan bahan baku Asam Sulfat ke HE-04	Mengalirkan hasil luaran HE-04 ke R-02
Fasa	Cair	Cair	Cair	Cair
Jenis	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>
Jumlah	1	1	1	1
Kondisi Operasi				

Suhu (°C)	80	105	30	105
Tekanan (atm)	1	1	1	1
Kapasitas (m³/jam)	25,208	25,208	0,005	0,005
Total head pompa (m)	2,044	2,044	2,049	2,049
Daya (hp)	1,5	1,5	0,05	0,05
Efisiensi (%)	80	80	80	80
Konstruksi dan Material				
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Luas aliran (in²)	12,7	12,7	0,06	0,06
Pipa				
Nominal pipe size (in)	4	4	0,125	0,125
Schedule number	40	40	40	40
ID (in)	4,026	4,026	0,27	0,27
OD (in)	4,5	4,5	0,4	0,4
Harga USD (\$)	16.200	16.200	3.700	3.700

Tabel 3. 12 Spesifikasi Lanjutan Pompa

Kode	P-09	P-10
Fungsi	Mengalirkan hasil luaran R-02 ke EV-01	Mengalirkan hasil luaran EV-01 ke SD-01
Fasa	Cair	Cair
Jenis	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>
Jumlah	1	1
Kondisi Operasi		
Suhu (°C)	105	200
Tekanan (atm)	1	1
Kapasitas (m³/jam)	24,341	24,341
Total head pompa (m)	2,044	2,044
Daya (hp)	2	2
Efisiensi (%)	80	80
Konstruksi dan Material		
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Luas aliran (in²)	2,04	2,04
Pipa		
Nominal pipe size (in)	1,5	1,5
Schedule number	40	40
ID (in)	1,61	1,61
OD (in)	1,9	1,9

Harga USD (\$)	9.600	9.600
----------------	-------	-------

3.6 Alat Penukar Panas

Tabel 3. 13 Spesifikasi *Heat Exchanger* 01

Kode	HE-01	
Fungsi	Menaikan suhu Larutan Formaldehid sebelum masuk ke R-01	
Tipe	Double pipe	
Beban panas (Btu/jam)	2.388.158	
Hairpin	6	
A (ft ²)	70,68	
Panjang (ft)	20	
Kondisi Operasi		
	Annulus	Inner Pipe
Suhu Masuk (°C)	220	30
Suhu Keluar (°C)	220	80
Spesifikasi Alat		
	Annulus	Inner Pipe
ID (in)	4	3
OD (in)	4,535	3,5
Pressure Drop (psi)	0,2	0,05
Rd (Btu/jam.ft ² .F)	0,01	

Tabel 3. 14 Spesifikasi *Heat Exchanger* 02

Kode	HE-02	
Fungsi	Menaikan suhu Larutan Natrium Hidroksida sebelum masuk ke R-01	
Tipe	Double pipe	
Beban panas (Btu/jam)	1.386	
Hairpin	1	
A (ft2)	7,46	
Panjang (ft)	20	
Kondisi Operasi		
	Annulus	Inner Pipe
Suhu Masuk (°C)	220	30
Suhu Keluar (°C)	220	80
Spesifikasi Alat		
	Annulus	Inner Pipe
ID (in)	4	3
OD (in)	4,535	3,5
Pressure Drop (psi)	0,1	0,001
Rd (Btu/jam.ft².F)	0,01	

Tabel 3. 15 Spesifikasi *Heat Exchanger* 03

Kode	HE-03	
Fungsi	Menaikan suhu hasil reaksi R-01 sebelum masuk ke R-02	
Tipe	Double pipe	
Beban panas (Btu/jam)	967.698	
Hairpin	3	
A (ft2)	56,402	
Panjang (ft)	20	
Kondisi Operasi		
	Annulus	Inner Pipe
Suhu Masuk (°C)	220	30
Suhu Keluar (°C)	220	80
Spesifikasi Alat		
	Annulus	Inner Pipe
ID (in)	4	3
OD (in)	4,535	3,5
Pressure Drop (psi)	1,6	1,6
Rd (Btu/jam.ft².F)	0,01	

Tabel 3. 16 Spesifikasi *Heat Exchanger* 04

Kode	HE-04	
Fungsi	Menaikan suhu Larutan H ₂ SO ₄ sebelum masuk ke R-01	
Tipe	Double pipe	
Beban panas (Btu/jam)	56,961	
Hairpin	1	
A (ft2)	70,68	
Panjang (ft)	20	
Kondisi Operasi		
	Annulus	Inner Pipe
Suhu Masuk (°C)	220	30
Suhu Keluar (°C)	220	80
Spesifikasi Alat		
	Annulus	Inner Pipe
ID (in)	4	3
OD (in)	4,535	3,5
Pressure Drop (psi)	0,1	0,01
Rd (Btu/jam.ft ² .F)	0,01	

Tabel 3. 17 Spesifikasi *Heat Exchanger* 05

Kode	HE-05	
Fungsi	Memanaskan udara masuk ke SD-01	
Tipe	Shell and Tube	
Kondisi Operasi		
	Shell	Tube
Suhu Masuk (°C)	220	30
Suhu Keluar (°C)	220	200
Tekanan (atm)	1	
Beban Panas (Btu/jam)	16.261.727,630	
Spesifikasi Alat		
	Shell	Tube
Panjang (ft)	16	
Passes	1	4
BWG (in)	16	16
Baffle space (in)	4	
ID (in)	1,3	
OD (in)	1,5	
Nt		136
Pressure Drop (psi)	1,5	1
Rd (Btu/jam.ft².F)	0,01	0,003

3.7 Neraca Massa

3.7.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 18 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)					Output (kg/jam)		
	A1	A2	A3	A5	A9	A7	A10	A11
CO(NH ₂) ₂	4899,828						97,996	
CHOH		4899,828				97,996		
NaOH			4,899					
H ₂ O		6356,534	5,308	0,122		6364,170		
DMU							480,183	
CH ₃ OH		1986,417				1986,417		
UF							9123,481	
H ₂ SO ₄				6,002				
Na ₂ SO ₄							8,697	
N ₂					44832,787			44832,787
O ₂					57477,932			57477,932
Sub Total	4899,828	13242,780	10,207	6,124	102310,720	8448,584	9710,358	102310,720
Total	120469,663					120469,663		

3.7.2 Neraca Massa Reaktor 1

Tabel 3. 19 Neraca Massa Reaktor 01

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	A1	A2	A3	A4
CO(NH ₂) ₂	4899,828			97,996
CHOH		4899,828		97,996
NaOH			4,899	4,899
H ₂ O		6356,534	5,308	6361,842
DMU				9603,664
CH ₃ OH		1986,417		1986,417
Sub Total	4899,828	13242,780	10,207	18152,817
Total	18152,817			18152,817

3.7.3 Neraca Massa Reaktor 2

Tabel 3. 20 Neraca Massa Reaktor 02

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	A4	A5	A6
CO(NH ₂) ₂	97,996		97,996
CHOH	97,996		97,996
NaOH	4,899		
H ₂ O	6361,842	0,122	6364,170
DMU	9603,664		480,183
CH ₃ OH	1986,417		1986,417
UF			9123,481
H ₂ SO ₄		6,002	
Na ₂ SO ₄			8,697
Sub Total	18152,817	6,124	18158,942
Total	18158,942		18158,942

3.7.4 Neraca Massa Evaporator

Tabel 3. 21 Neraca Massa Evaporator

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	A6	A7	A8
CO(NH ₂) ₂	97,996		97,996
CHOH	97,996	97,996	
H ₂ O	6364,170	6364,170	
DMU	480,183		480,183
CH ₃ OH	1986,417	1986,417	
UF	9123,481		9123,481
Na ₂ SO ₄	8,697		8,697
Sub Total	18158,942	8448,584	9710,358
Total	18158,942	18158,942	

3.7.5 Neraca Massa Spray Dryer

Tabel 3. 22 Neraca Massa Spray Dryer

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	A8	A9	A10	A11
CO(NH ₂) ₂	97,996		97,996	
DMU	480,183		480,183	
UF	9123,481		9123,481	
Na ₂ SO ₄	8,697		8,697	
N ₂		44832,787		44832,787
O ₂		57477,932		57477,932
Sub Total	9710,358	102310,720	9710,358	102310,720
Total	112021,079		112021,079	

3.8 Neraca Panas

3.8.1 Neraca Panas Reaktor 1

Tabel 3. 23 Neraca Panas Reaktor 01

Keterangan	<i>Input</i> (Kj/jam)	<i>Output</i> (Kj/jam)
<i>Input</i>	2.762.119,962	
<i>Output</i>		2.218.405,697
Reaksi		22.769.424,991
Pemanas	22.225.710,726	
Total	24.987.830,688	24.987.830,688

3.8.2 Neraca Panas Reaktor 2

Tabel 3. 24 Neraca Panas Reaktor 02

Keterangan	<i>Input</i> (Kj/jam)	<i>Output</i> (Kj/jam)
<i>Input</i>	2.538.152,960	
<i>Output</i>		2.538.437,299
Reaksi		19.780.820,990
Pendingin	19.781.105,329	
Total	22.319.258,289	22.319.258,289

3.8.3 Neraca Panas Evaporator

Tabel 3. 25 Neraca Panas Evaporator

Keterangan	<i>Input</i> (Kj/jam)	<i>Output</i> (Kj/jam)
<i>Input</i>	2.539.159,847	
<i>Output</i> atas		361.157,895

<i>Output</i> bawah		1.111,908
H penguapan		1.827,199
ΔH_s Masuk	1.105.811,230	
ΔH_s Keluar		3.280.874,075
Total	3.644.971,078	3.644.971,078

3.8.4 Neraca Panas *Spray Dryer*

Tabel 3. 26 Neraca Panas *Spray Dryer*

Keterangan	<i>Input</i> (Kj/jam)	<i>Output</i> (Kj/jam)
Padatan	2.306.436,656	3.583.253,090
Udara	2.616.560,904	1.339.744,470
Total	4.922.997,560	4.922.997,560

3.8.5 Neraca Panas *Heat Exchanger 1*

Tabel 3. 27 Neraca Panas HE-01

Keterangan	<i>Input</i> (Kj/jam)	<i>Output</i> (Kj/jam)
<i>Input</i>	244.156,055	
<i>Output</i>		2.761.451,877
Pemanas	2.517.295,822	
Total	2.761.451,877	2.761.451,877

3.8.6 Neraca Panas *Heat Exchanger* 2

Tabel 3. 28 Neraca Panas HE-02

Keterangan	<i>Input</i> (Kj/jam)	<i>Output</i> (Kj/jam)
<i>Input</i>	146,216	
<i>Output</i>		1.607,795
Pemanas	1.461,579	
Total	1.607,795	1.607,795

3.8.7 Neraca Panas *Heat Exchanger* 3

Tabel 3. 29 Neraca Panas HE-03

Keterangan	<i>Input</i> (Kj/jam)	<i>Output</i> (Kj/jam)
<i>Input</i>	2.228.177,589	
<i>Output</i>		3.248.203,183
Pemanas	1.020.025,594	
Total	3.248.203,183	3.248.203,183

3.8.8 Neraca Panas *Heat Exchanger* 4

Tabel 3. 30 Neraca Panas HE-04

Keterangan	<i>Input</i> (Kj/jam)	<i>Output</i> (Kj/jam)
<i>Input</i>	197,013	
<i>Output</i>		2.184,587
Pemanas	1.987,574	
Total	2.184,587	2.184,587

3.8.9 Neraca Panas *Heat Exchanger* 5

Tabel 3. 31 Neraca Panas HE-05

Keterangan	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
<i>Input</i>	497.406,426	
<i>Output</i>		17654439,514
Pemanas	17.157.033,087	
Total	17.654.439,514	17.654.439,514

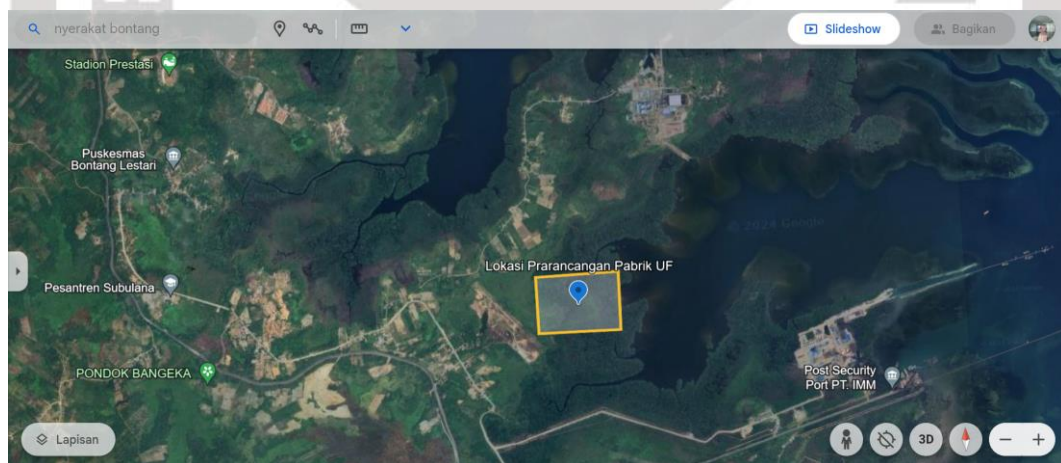
BAB V

PERANCANGAN PABRIK

5.1 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, karena Bontang merupakan kawasan industri terpadu (Suparyanto dan Rosad, 2020).



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik

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

5.1.1 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 Timur serta bahan baku penunjang larutan natrium hidroksida dan asam sulfat. Selain itu, Bontang merupakan kawasan industri sehingga pajak, karakter tanah, pengolahan limbah dan pengadaan energi telah diperhitungkan dan tersedia.

5.1.2 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.

5.1.3 Penyedia 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.

5.1.4 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.

5.1.5 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.

5.2 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.

5.2.1 Perkantoran/Administrasi

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

5.2.2 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.

5.2.3 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.

5.2.4 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.

5.2.5 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.

5.2.6 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.

5.2.7 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, tangki penyimpanan produk atau unit lain yang mudah meledak harus diletakkan di area khusus serta perlu diberi jarak antar bangunan guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri apabila terjadi situasi berbahaya.

5.2.8 Pengolahan Limbah

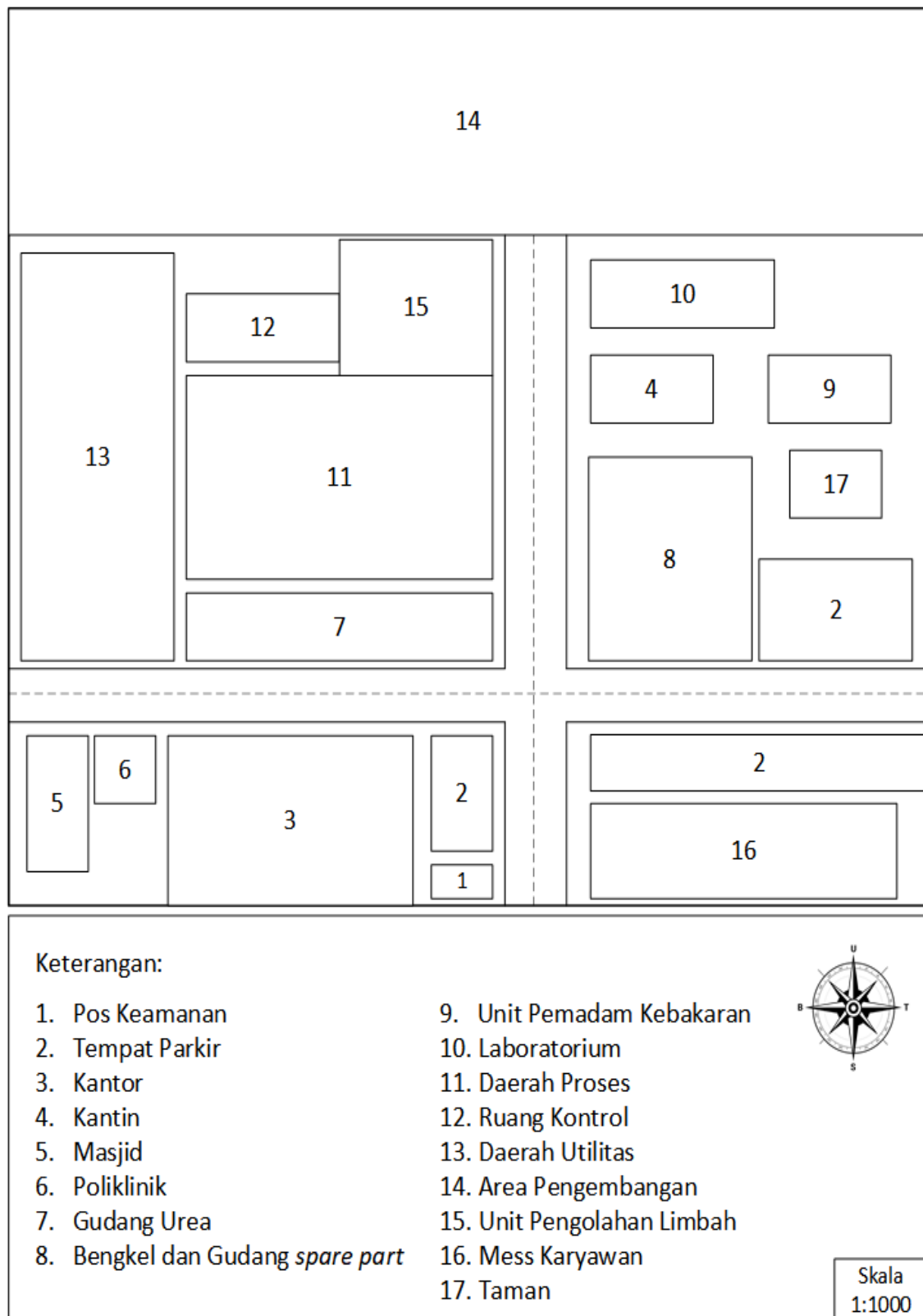
Selain hal-hal yang berpengaruh terhadap kegiatan produksi, pabrik juga harus mempertimbangkan aspek sosial dan kelestarian lingkungan sekitar. Salah satu faktor yang berkaitan dengan lingkungan sekitar adalah memperhatikan masalah pembuangan limbah hasil produksi. Perlu diperhatikan dengan baik terkait 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 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik

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 Tata Letak Pabrik Urea Formaldehid

5.2.9 Tata Letak Mesin/ Alat Proses (*Machine 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:

5.2.10 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.

5.2.11 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.

5.2.12 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.

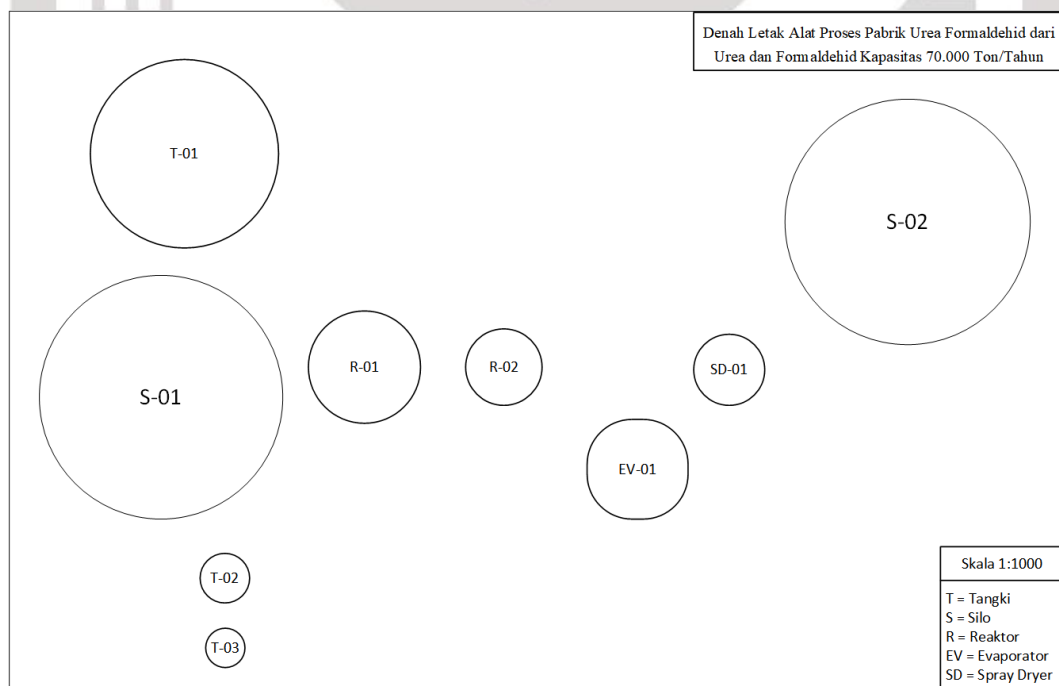
5.2.13 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

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.

5.2.14 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 Tata Letak Proses Pabrik Urea Formaldehid

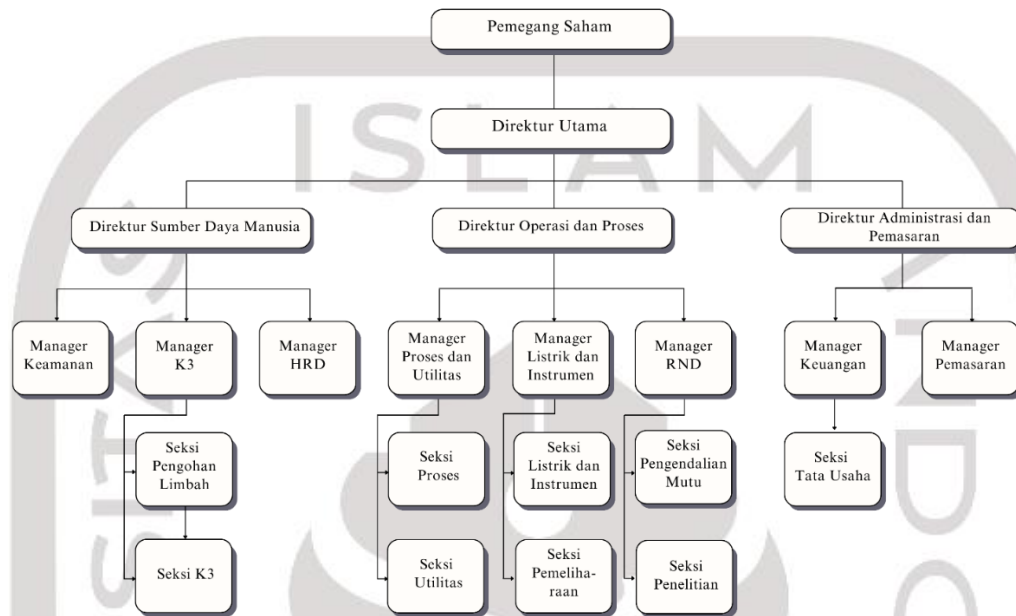
5.3 Struktur Organisasi

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 personel 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

5.3.1 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:

1. Manager Proses dan Utilitas, memiliki wewenang untuk:

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

2. Manager Pemeliharaan Listrik dan Instrumentasi, memiliki wewenang untuk:

- Mengawasi dan melaksanakan pemeliharaan peralatan pabrik serta menjaga keselamatan kerja
- Melakukan perbaikan serta mendukung kelancaran operasi
- Melakukan pengecekan terhadap instrumentasi kelistrikan

3. Manager RND, memiliki wewenang untuk:

- Melakukan pengecekan terhadap instrumentasi kelistrikan
- 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 Pengendali 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

5.3.2 Jadwal Kerja dan Sistem Gaji Karyawan

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*.

5.3.3 Karyawan *non-shift*

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. 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)

Jumat : 08.00-16.00 (istirahat 11.30-13.30)

Sabtu-Minggu : Hari libur, termasuk hari libur nasional

5.3.4 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 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Jadwal Kerja *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 4.6 – 4.7 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. 4 Jadwal Lanjutan Kerja Shift

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

5.3.5 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 yang sesuai dengan 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 :

Tabel 4. 5 Rincian Gaji Bulanan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan
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 Keselamatan 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	

الجامعة الإسلامية
الإسلامية

BAB VI

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

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

6.1.1 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:

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Karyawan

Kebutuhan Air Karyawan		
Jumlah karyawan	142	
Kebutuhan per orang	60	Liter/hari
Total kebutuhan	8.254,69	Kg/hari

	343,95	Kg/jam
--	--------	--------

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Karyawan

Kebutuhan Perumahan Karyawan		
Jumlah rumah	35	
Jumlah orang per rumah	60	Liter/hari
Total kebutuhan	8.400	Kg/hari
	350	Kg/jam

Tabel 5. 3 Total Kebutuhan Air Domestik

No	Jenis Kebutuhan	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
1	Karyawan	343,95
2	Perumahan Karyawan	350
Total		693,95

2. Air Kebutuhan *Steam*

Air 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. 4 Kebutuhan Air *Steam*

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah <i>Steam</i> (kg/jam)
Reaktor 1	R-01	194,190
<i>Heat Exchanger</i> 1	HE-01	852,944
<i>Heat Exchanger</i> 2	HE-02	0,495
<i>Heat Exchanger</i> 3	HE-03	345,619
<i>Heat Exchanger</i> 4	HE-04	0,673
<i>Heat Exchanger</i> 5	HE-05	6.127
Evaporator 1	EV-01	1.171
Total		8.593

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. 5 Kebutuhan Air untuk Layanan Umum dan Laboratorium

No	Jenis Kebutuhan	Kebutuhan 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

6.2 Pengolahan Air

Air yang digunakan untuk kebutuhan air pendingin, air *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. Penampungan 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

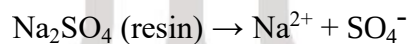
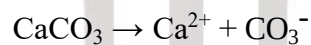
Proses kloronasi merupakan proses penambahan klorin pada air untuk membunuh kuman, bakteri, jamur serta mikroorganisme lainnya sehingga air dapat layak dikonsumsi. Proses ini dilakukan pada air domestik yang disalurkan menuju perkantoran dan perumahan karyawan. Air yang telah melalui tahapan ini akan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

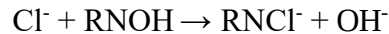
a. Kation Exchanger

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^{3-} , SO_4^{4-} , 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 O_2 dan CO_2 yang dapat menyebabkan korosi. Korosi yang terjadi pada *boiler* dapat memperpendek umur penggunaan *boiler*. Untuk menghilangkan kandungan gas tersebut dapat menggunakan senyawa hidrazin (N_2H_4) 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.

6.3 Unit Pembangkit *Steam*

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

Kapasitas (Kg/jam) : 22.999

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 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.

6.4 Unit Pembangkit Listrik

Sumber kebutuhan listrik di pabrik urea formaldehid 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 : AC Generator

Jenis : 1000 kW

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

a. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik 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. 7 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2.0000	1491.4000
<i>Blower Cooling Tower</i>	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-03	PU-03	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 37,900 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. 8 Kebutuhan Listrik Perkantoran

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		281,869

6.5 Unit Penyedia Udara Tekan

Pada pabrik ini diperlukan udara tekan yang digunakan untuk menggerakkan *instrument control* yang bekerja secara pneumatik. Dalam pabrik urea formaldehid 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.

6.6 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertanggung jawab 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 *boiler* dengan pembagian sebagai berikut:

6.7 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi, aktivitas karyawan dan unit utilitas dari pabrik urea formaldehid 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.

6.8 Spesifikasi Alat Utilitas

Tabel 5. 9 Spesifikasi Alat Utilitas

Parameter	Identifikasi			
	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/	Mengalirkan air dari bak sedimentasi (B-01) menuju bak Koagulasi	Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01) menuju ke Bak

		Sedimentasi (BU-01)	dan Flokulasi (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. 10 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

Parameter	Identifikasi			
Kode Alat	PU-05	PU-06	PU-07	PU-08
Fungsi	Mengalirkan air dari bak	Mengalirkan air dari bak	Mengalirkan air dari bak	Mengalirkan air dari bak

	koagulasi dan flokulasi (BU-02) menuju ke bak pengendapan 1 (BU-03)	pengendap 1 (BU-03) menuju bak pengendap 2 (BU-04)	pengendap II (BU-04) menuju bak saringan pasir (FU-02)	sand filter /bak saringan pasir (FU-02) menuju bak penampung sementara (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. 11 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

Parameter	Identifikasi			
Kode Alat	PU-09	PU-10	PU-11	PU-12
Fungsi	Mengalirkan air dari bak penampung sementara (BU-05) menuju ke area kebutuhan air	Mengalirkan kaporit dari tangki kaporit (TU-03) menuju tangki klorinasi (TU-02)	Mengalirkan air dari tangki klorinasi menuju tangki air bersih (TU-04)	Mengalirkan air dari tangki bersil (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. 12 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

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 <i>Mixed Bed</i> (TU- 05)	Mengalirkan air dari <i>Mixed Bed</i> (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. 13 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

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 <i>Boiler</i>
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

Tabel 5. 14 Spesifikasi Lanjutan Alat 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. 15 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

Parameter	BU-04	BU-05
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi O ₂)	Menampung sementara <i>raw water</i> setelah disaring di <i>sand filter</i>
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
Diameter (m)		
Jumlah	1	1

Tabel 5. 16 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

Parameter	TU-01	TU-02	TU-03
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan	mencampur klorin dalam	Menampung kebutuhan

	larutan alum 5 % untuk 1 minggu	bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki Klorinasi (TU-01)
Jenis	Silinder tegak	Silinder tegak berpengaduk	Silinder tegak
Bahan	Carbon Steel		
Spesifikasi			
Tinggi (m)	1,346	1,019	0,132
Diameter (m)	0,673	1,019	0,132
Volume (m³)	0,479	0,832	0,001
Jumlah	1	1	1

Tabel 5. 17 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

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 <i>kation exchanger.</i>
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. 18 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

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 <i>boiler</i> .	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

Tabel 5. 19 Spesifikasi Lanjutan Alat 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 (Kg/Jam)	14702,080
Panjang (ft)	10
Lebar (ft)	8
Diameter lubang (cm)	1
Jumlah	1

Tabel 5. 20 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

Parameter	<i>Sand Filter (FU-02)</i>
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

Tabel 5. 21 Spesifikasi Lanjutan Alat 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

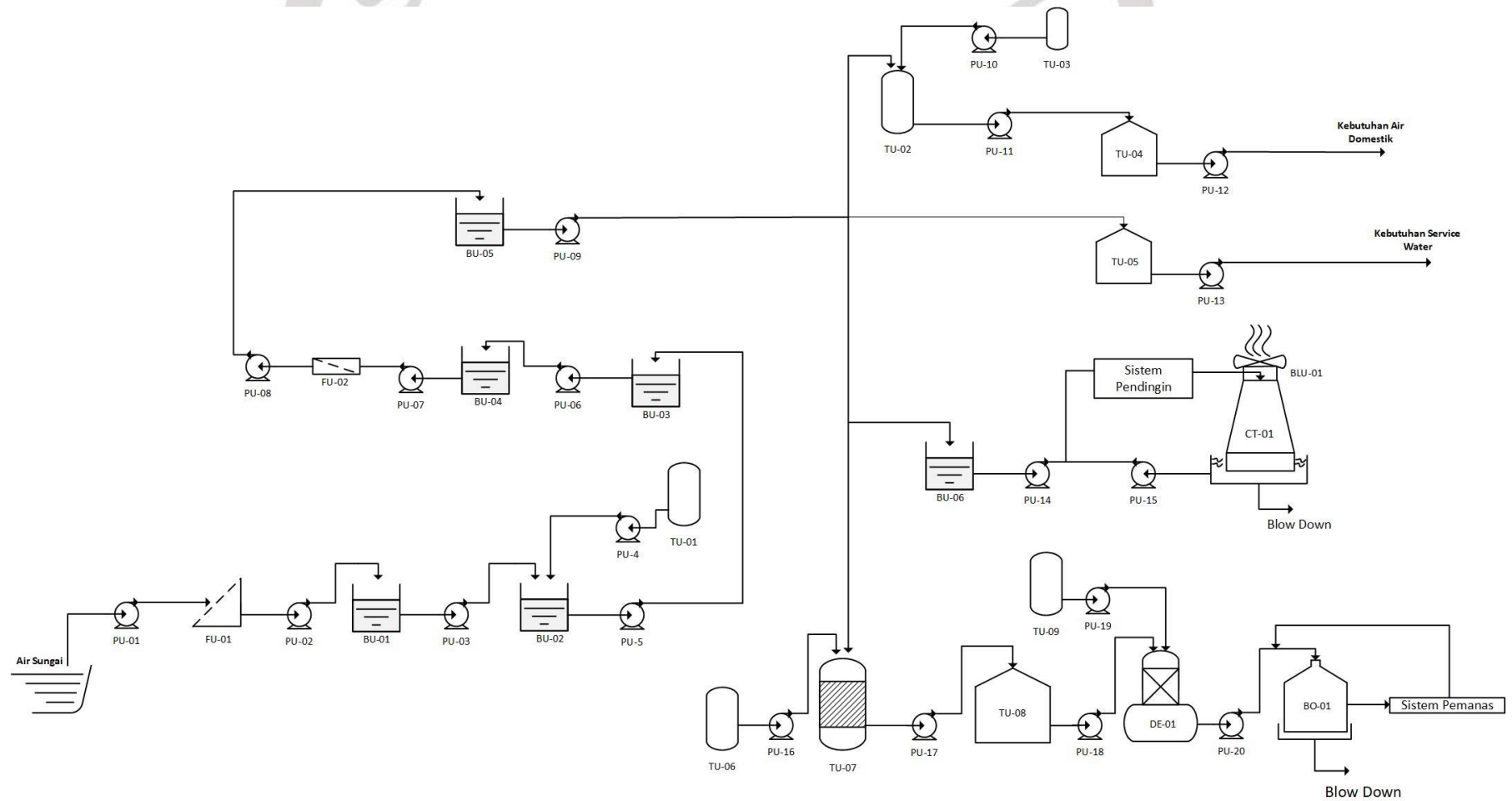
Tabel 5. 22 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

Parameter	<i>Deaerator (De)</i>
Fungsi	Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam <i>feed water</i> 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

Tabel 5. 23 Spesifikasi Lanjutan Alat Utilitas

Parameter	<i>Boiler</i>
Fungsi	Membuat <i>saturated steam</i>
Kondisi Operasi	

Jenis boiler	<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
Kapasitas (Kg/Jam)	96,8823
Spesifikasi	
Panjang (m)	19,5359
Diameter (m)	9,7679
Luas transfer panas (m ²)	402,6255



Gambar 4. 5 Diagram Alir Utilitas

BAB VII

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 faktor diatas, seperti:

a) Penentuan modal industri (*fixed capital investment*), yang meliputi:

- a. Modal tetap (*fixed capital investment*)
- b. Modal kerja (*working capital investment*)

b) Penentuan total biaya produksi (*Total production cost*), yang meliputi:

- a. Biaya pembuatan (*manufacturing cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*general expenses*)

c) Pendapatan modal

Perkiraan yang perlu dilakukan untuk mengetahui titik impas, adalah sebagai berikut;

- a. Biaya tetap per tahun (*fixed cost annual*)

- b. Biaya variabel per tahun (*variable cost annual*)
- c. Biaya mengambang (*regulated cost annual*)

7.1 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 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2033. 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).

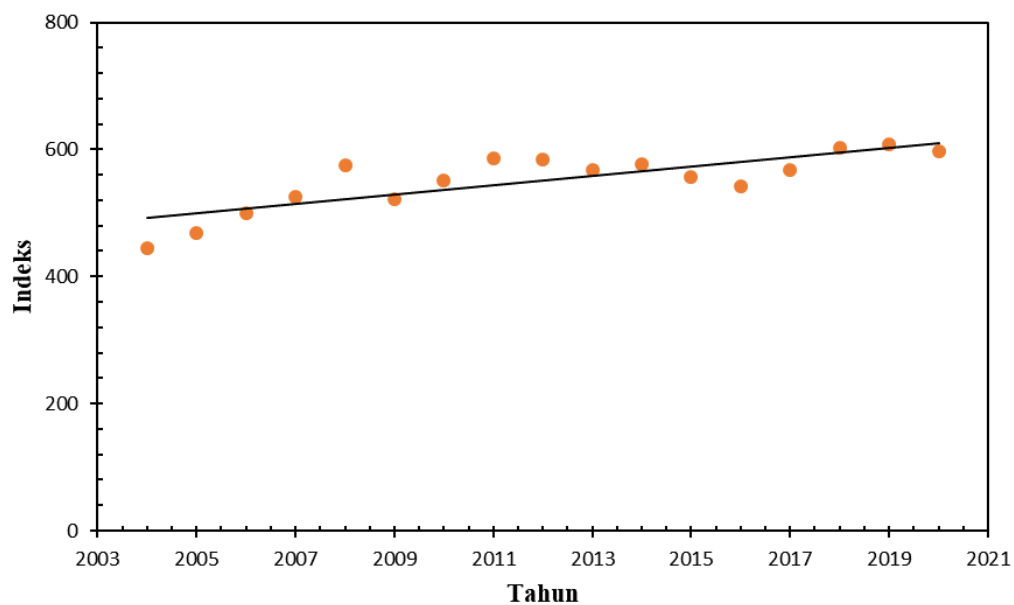
Tabel 6. 1 *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI)

dari Tahun 1996 s.d 2033

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
35	2029	676.9915

36	2030	684.405
37	2031	691.8185
38	2032	699.232
39	2033	706.6455



Gambar 6. 1 Grafik Hubungan antara Tahun dengan Indeks Harga
Persamaan yang diperoleh dari grafik yang tertera adalah:

$$y = 7,4135x - 14365$$

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

Di mana :

E_x = Harga alat pada tahun x

E_y = Harga alat pada tahun y

N_x = Indeks harga pada tahun x

N_y = Indeks harga pada tahun y

(Aries dan 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.

7.2 Perhitungan Biaya

7.2.1 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.

7.2.2 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.

7.2.3 General Expense

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

7.3 Analisa Kekayaan

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 (POT)*

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:

- a. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- b. 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.

- c. 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

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

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash Flow*

N : *Profit After Taxes + Depresiasi + Finance*

n : *Umur Pabrik = 10 Tahun*

i : *Nilai DCFR*

7.4 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	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 91.041.724,990	\$ 5.571.027
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 22.760.431.247	\$ 1.392.757
3	Instalasi cost	Rp 14.930.842.898	\$ 913.648
4	Pemipaan	Rp 21.423.255.912	\$ 1.310.932
5	Instrumentasi	Rp 22.771.811.463	\$ 1.393.453
6	Insulasi	Rp 3.499.416.304	\$ 214.136
7	Listrik	Rp 9.104.172.499	\$ 557.103
8	Bangunan	Rp 40.500.000.025	\$ 2.478.277
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 39.600.000.000	\$ 2.423.204
Physical Plant Cost (PPC)		Rp 265.631.655.338	\$ 16.254.538

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

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 53.126.331.068	\$ 3.250.908
Total (DPC + PPC)		Rp 318.757.986.406	\$ 19.505.445

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

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 318.757.986.406	\$ 19.505.445
2	Kontraktor	Rp 12.750.319.456	\$ 780.218
3	Biaya tak terduga	Rp 31.875.798.641	\$ 1.950.545
Fixed Capital Investment (FCI)		Rp 363.384.104.502	\$ 22.236.208

Tabel 6. 5 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 893.393.534.880	\$ 54.668.555
2	<i>Labor</i>	Rp 14.354.400.000	\$ 878.374
3	<i>Supervision</i>	Rp 1.578.984.000	\$ 96.621
4	<i>Maintenance</i>	Rp 9.084.602.613	\$ 555.905
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 1.362.690.392	\$ 83.385
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 49.000.000.000	\$ 2.998.409
7	<i>Utilities</i>	Rp 4.328.807.905	\$ 264.888
Direct Manufacturing Cost (DMC)		Rp 973.103.019.790	\$ 59.546.139

Tabel 6. 6 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expense	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
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp 74.627.064.000	\$ 4.566.581

Tabel 6. 7 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 30.887.648.883	\$ 1.890.078
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp 6.540.913.881	\$ 400.252
3	<i>Insurance</i>	Rp 3.633.841.045	\$ 222.362
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp 41.062.403.809	\$ 2.512.691

Tabel 6. 8 Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp 973.103.019.790	\$ 59.546.140
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp 74.627.064.000	\$ 4.566.581
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp 41.062.403.809	\$ 2.512.691
Manufacturing Cost (MC)		Rp 1.088.792.487.599	\$ 66.625.412

Tabel 6. 9 Working Capital

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material Inventory	Rp 243.652.782.240	\$ 14.909.606
2	In Process Inventory	Rp 148.471.702.854	\$ 9.085.283
3	Product Inventory	Rp 98.981.135.236	\$ 6.056.856
4	Extended Credit	Rp 381.818.181.818	\$ 23.364.226
5	Available Cash	Rp 296.943.405.709	\$ 18.170.567
Working Capital (WC)		Rp 1.169.867.207.857	\$ 71.586.538

Tabel 6. 10 General Expense

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Administration	Rp 32.663.774.628	\$ 1.998.762
2	Sales expense	Rp 65.327.549.256	\$ 3.997.525
3	Research	Rp 43.551.699.504	\$ 2.665.016
4	Finance	Rp 30.665.026.247	\$ 1.876.455
General Expense (GE)		Rp 172.208.049.635	\$ 10.537.759

Tabel 6. 11 Total Production Cost (TPC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Manufacturing Cost (MC)	Rp 1.088.792.487.599	\$ 66.625.412

2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 172.208.049.635	\$ 10.537.759
Total Production Cost (TPC)		Rp 1.261.000.537.234	\$ 77.163.171

Tabel 6. 12 Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 30.887.648.883	\$ 1.890.078
2	<i>Property taxes</i>	Rp 6.540.913.881	\$ 400.252
3	<i>Insurance</i>	Rp 3.633.841.045	\$ 222.362
Fixed Cost (Fa)		Rp 41.062.403.809	\$ 2.512.691

Tabel 6. 13 Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	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
Variable Cost (Va)		Rp 1.009.722.342.785	\$ 61.786.950

Tabel 6. 14 Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	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 32.663.774.628	\$ 1.998.762
7	<i>Finance</i>	Rp 30.665.026.247	\$ 1.876.455
8	<i>Sales expense</i>	Rp 65.327.549.256	\$ 3.997.525
9	<i>Research</i>	Rp 43.551.699.504	\$ 2.665.016

10	<i>Maintenance</i>	Rp 9.084.602.613	\$ 555.905
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 1.362.690.392	\$ 83.386
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		Rp 210.215.790.639	\$ 12.863.529

7.5 Analisa Keuntungan

Tabel 6. 15 Tabel Analisa Keuntungan

<i>Annual Sales (Sa)</i>	Rp 1.400.000.000.000
<i>Total Production Cost</i>	Rp 1.261.000.537.234
Keuntungan Sebelum Pajak	Rp 138.999.462.766
Pajak Pendapatan	Rp 48.649.811.968
Keuntungan setelah pajak	Rp 90.349.650.798

7.6 Hasil Kelayakan

a. *Return on Investment (ROI)*

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

$$ROI \text{ Sebelum Pajak} = 38\%$$

$$ROI \text{ Setelah Pajak} = 25\%$$

b. *Pay Out Time (POT)*

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

$$POT \text{ Sebelum pajak} = 2,139 \text{ Tahun}$$

$$POT \text{ Setelah pajak} = 3 \text{ Tahun}$$

c. *Break Even Point (BEP)*

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

$$BEP = 42,83\%$$

d. *Shut Down Point (SDP)*

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

$$SDP = 25,94\%$$

e. *Discounted Cash Flow Rate***Tabel 6. 16** *Tabel Discounted Cash Flow Rate*

Umur Pabrik	10 Tahun
<i>Fixed Capital Investment</i>	Rp 363.384.104.502
<i>Working Capital</i>	Rp 1.169.867.207.857
<i>Salvage Value (SV)</i>	Rp 30.887.648.883
<i>Cash Flow (CF)</i>	Rp 151.902.325.928

Dengan trial & error diperoleh nilai $i = 9,95\%$

Suku bunga deposito pada 29 Juli 2024 sebesar 3,5% sehingga untuk DCFR dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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

7.7 Analisa Risiko Pabrik

Untuk mendirikan suatu pabrik, risiko pabrik perlu diperhatikan apakah pabrik tersebut memiliki risiko yang rendah (*low risk*) atau berisiko tinggi (*high risk*). Adapun parameter untuk menentukan pabrik urea formaldehid yang akan berdiri. Parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.16.

Tabel 6. 17 Risiko Pabrik

No	Parameter Risiko	Deskripsi	Risk	
			Low	High
1.	Kondisi Operasi	Suhu paling tinggi: 200 °C	✓	
		Tekanan: 1 atm	✓	
2.	Bahan baku yang digunakan			
	Larutan Formaldehid	Toksisitas: sangat beracun (karsinogen manusia)		✓
		<i>Explosion limits:</i> lower 7%	✓	
		<i>Flammability:</i> mudah terbakar	✓	

		Stabilitas: stabil	✓	
	Urea	Toksisitas: Rendah	✓	
		<i>Explosion limits</i> : 0%	✓	
		<i>Flammability</i> : Tidak mudah terbakar	✓	
		Stabilitas: stabil	✓	
	Larutan Natrium Hidroksida	Toksisitas: sangat korosif		✓
		<i>Explosion limits</i> : tidak mudah meledak	✓	
		<i>Flammability</i> : tidak mudah terbakar	✓	
		Stabilitas: stabil	✓	
	Katalis Asam Sulfat	Toksisitas: korosif		✓
		<i>Explosion limits</i> : tidak mudah meledak	✓	
		<i>Flammability</i> : tidak mudah terbakar	✓	
		Stabilitas: stabil		

3.	Sifat produk yang dihasilkan			
	Urea Formaldehid	Toksisitas: toxic sedang	✓	
		<i>Explosion limits</i> : 0%	✓	
		<i>Flammability</i> : Tidak mudah terbakar		✓
		Stabilitas: stabil	✓	
4.	Regulasi Pemerintah	Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 11 tahun 2023 mengatur tentang standar industri hijau khususnya untuk industri amonia dan industri pupuk urea, pupuk SP-36, serta pupuk amonium sulfat.	✓	
5.	Keberadaan Pabrik	Pabrik yang memproduksi urea formaldehid sudah	✓	

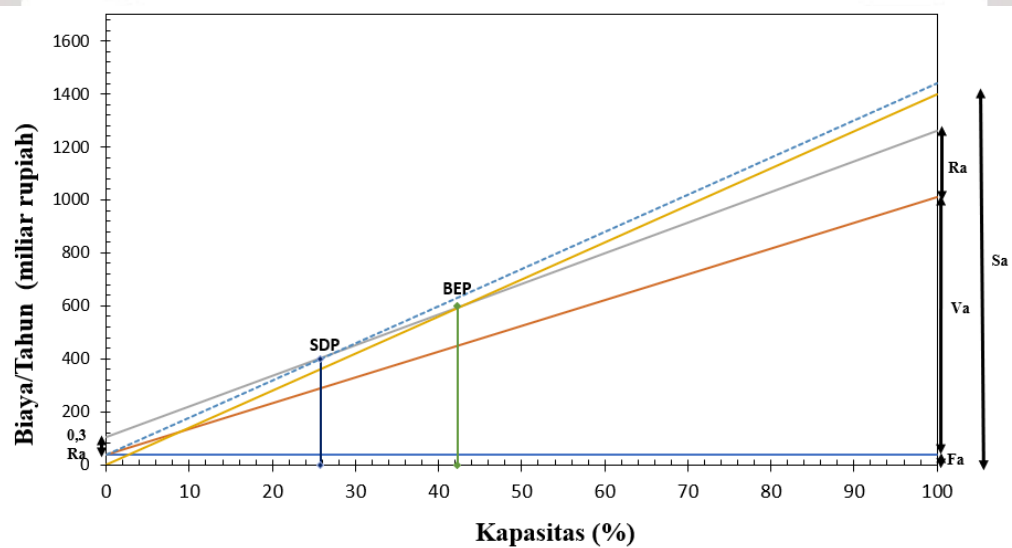
		banyak berdiri di Indonesia, pabrik yang sudah berdiri sudah mematuhi dan sudah dievaluasi dari segi keselamatan terkait bahaya kimia, keselamatan dalam proses produksi, dampak lingkungan serta kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dalam pabrik		
--	--	--	--	--

Tabel 6. 18 Hasil Analisa Kelayakan

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi	Layak/ Tidak
ROI sebelum pajak	38%	ROI <i>before taxes</i> minimum 11% untuk kategori <i>low risk</i>	(Aries, 1955)	Layak
ROI setelah pajak	25%			
POT sebelum pajak	2,139 Tahun	POT <i>before taxes</i> maksimum 5 tahun untuk kategori <i>low risk</i>	(Aries, 1955)	Layak
POT setelah pajak	3 Tahun			
BEP	42,83%	Berkisar 40-60%		Layak

SDP	25,94%			Layak
DCFR	9,95%	>1,5 bunga bank minimum = 5,25%		Layak

Grafik hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik urea formaldehid :



Gambar 6. 2 Grafik Analisis Ekonomi

BAB VIII

PENUTUP

8.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil laporan prarancangan urea formaldehid ini, antara lain :

- 1) Pabrik urea formaldehid ini didirikan dengan pertimbangan unruk memenuhi kebutuhan dalam negeri, membantu meningkatkan perekonomian negara, mendorong berdirinya industri hilir yang menggunakan bahan baku urea dan larutan formaldehid dalam menyediakan lapangan pekerjaan.
- 2) Prarancangan pabrik urea formaldehid ini tergolong dengan risiko rendah (*low risk*) berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta regulasi pemerintah.
- 3) Ditinjau dari segi ekonomi dari perhitungan evaluasi ekonomi yang dilakukan, maka pabrik ini menarik dan layak untuk dipertimbangkan serta dikaji lebih lanjut dengan melihat indikator sebagai berikut :

- a. *Return On Investment (ROI)*, nilai minimum ROI untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 11%.

- ROI sebelum pajak = 38%
- ROI setelah pajak = 25%

b. *Pay Out Time*, nilai maksimal POT untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 5 tahun.

- POT sebelum pajak = 2,139 tahun
- POT setelah pajak = 3 tahun

c. *Break Event Point* = 42,83 %, nilai BEP berkisar antara 40 – 60%.

d. *Shut Down Point* = 25,94 %, nilai SDP berada diatas 20%.

e. *Dicounted Cash Flow Rate* = 9,95%, nilai DCFR harus diatas 1,5 kali dari suku bunga bank.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik urea formaldehid dari urea dan fomaldehid dengan kapasitas 70.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

7.2 Saran

Dalam perancangan pabrik kimia diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang didukung dengan adanya referensi dan pranalar lain yang berhubungan untuk meningkatkan kelayakan pendirian pabrik kimia, diantaranya sebagai berikut:

1. Optimasi pemilihan alat proses dan penunjang bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

3. Produk urea formaldehid dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.



DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.. and N.R.D. (1955) *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw Hill Book Company Inc.
- Brownell, L.E. and Young, E.H. (1959) *Process equipment design: vessel design*.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F. (1983) *Chemical Engineering*. Oxford: Pergamon Press.
- Danarto, Y. (2002) 'Studi Kinetika Reaksi Polimerisasi Urea-Formaldehid', *Teknik Kimia*, 1(1), pp. 6–9.
- Dunky, M. and P.A. (2002) 'Wood Adhesive', *Adhesion Science and Engineering* [Preprint].
- Geankoplis, C.J., and Richardson, J.F. (1989) *Transport Process and Unit Operation*. Singapore: Pergamon Press.
- Hare, C.H. (1994) 'Amino resins', *Journal of Protective Coatings and Linings*, 11(5), pp. 133–147. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781420044058.ch34>.
- Humas ekon.go.id (2023) *Menko Airlangga :Indonesia bertekad Menjadi Global Key Player Industri Hilirisasi Berbasis Komoditas, Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia*. Available at: <https://ekon.go.id/publikasi/detail/5420/menko-airlangga-indonesia-bertekad-menjadi-global-key-player-industri-hilirisasi-berbasis-komoditas> (Accessed: 15 November 2023).
- Kern, D.. (1965) *Process Heat Transfer*. New York: McGraw Hill Book Company Inc.

- Meyer, B. (1979) 'Urea-Formaldehyde Resins', in. Addison-Wesley, p. 12.
- Pizzi, A. (1983) 'Wood adhesives chemistry and technology', in. New York: Mecker Decker, pp. 60–91.
- Sinnott, R. and Towler, G. (2019) *Chemical Engineering Design*. Butterworths Series in Chemical Engineering.
- Smith, J.M. (1950) *Introduction to chemical engineering thermodynamics*, *Journal of Chemical Education*. Available at: <https://doi.org/10.1021/ed027p584.3>.
- Suparyanto dan Rosad (2020) 'Rancangan Akhir RKPD Kota Bontang Tahun 2023', *Suparyanto dan Rosad*, 5(3), pp. 248–253. Available at: <https://bappeda.kaltimprov.go.id/storage/data-paparans/June2022/ho8E6blbhHwZBLQUExhq.pdf>.
- Supelco (2022) 'Sodium hydroxide solution (natrium hidroksida monohidrat) 99.99', *Lembaran Data Keselamatan*, (1272), pp. 1–10. Available at: <https://katigaku.top/wp-content/uploads/2018/09/MSDS-NAOH-Supelco.pdf>.
- Yaws, C.L. (1999) *Chemical Properties Handbook*. Tokyo: McGraw Hill Book Company Inc.

LAMPIRAN-LAMPIRAN



LAMPIRAN A REAKTOR

Tipe Reaktor : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Fungsi : Mereaksikan Urea dan Formaldehid
menghasilkan Dimetilurea

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 80°C

Konversi : 98%

Komponen	Fm (kmol/jam)	Fw (kg/jam)	ρ_i (kg/m ³)	X_i	W_i/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 :

$$\rho_{campuran} = \frac{1}{\sum w_i / \rho_i}$$

$$\rho_{campuran} = \frac{1}{0,000964}$$

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

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

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

$$Volume \text{ overdesign} = 120\% \times V \text{ reaktor}$$

$$= 40,041 \text{ m}^3$$

$$= 44041 \text{ L}$$

$$Volume \text{ overdesign} = 120\% \times V \text{ reaktor}$$

$$= 40,041 \text{ m}^3$$

$$= 44041 \text{ L}$$

Head yang digunakan berbentuk *flanged and dished head (Torispherical)*

Perancangan ini memilih perbandingan 1 : 1, sehingga $H=D$ dengan menggunakan (Brownell, L.E. and Young, 1959).

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

$$V = \frac{\pi}{4} D^3$$

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

$$D = 3,828 \text{ m}$$

$$D = 12.559 \text{ ft} = 150,717 \text{ in} = 3,828 \text{ m}$$

b. Mencari Tekanan Hidrostatik

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

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

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

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

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

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

Dari buku (Brownell, L.E. and Young, 1959). Didapatkan :

$$\text{Allowable stress (f)} = 18750 \text{ psi}$$

$$\text{Sambungan terpilih} = \text{Double welded butt joint}$$

$$\text{Efisiensi sambungan (E)} = 0,85$$

$$\text{Corrosion allowance (C)} = 0,125$$

$$\text{Jari-jari reaktor (ri)} = 59,812 \text{ in}$$

$$\text{Tekanan Total (P)} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$14,7 \text{ psi} + 7,463 \text{ psi}$$

$$22,163 \text{ psi}$$

c. Menghitung Tebal Shell

Digunakan (Brownell, L.E. and Young, 1959).

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

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

Keterangan :

Ts	: Tebal <i>shell</i>
P	: Tekanan
r	: Jari-jari
E	: Efisiensi pengelasan
C	: Faktor koreksi
f	: Tegangan yang diizinkan

(Coulson, J.M. and Richardson, 1983)

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

$$\begin{aligned} \text{ID shell} &= 0,224 \text{ in} \\ \text{OD shell} &= \text{ID} + 2t \\ &= 120,073 \text{ in} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Icr} &= 7,25 \text{ in} \\ \text{Rc} &= 144 \text{ in} \end{aligned}$$

$$ID = OD - 2ts$$

$$= 120 - (2 \times 0,25)$$

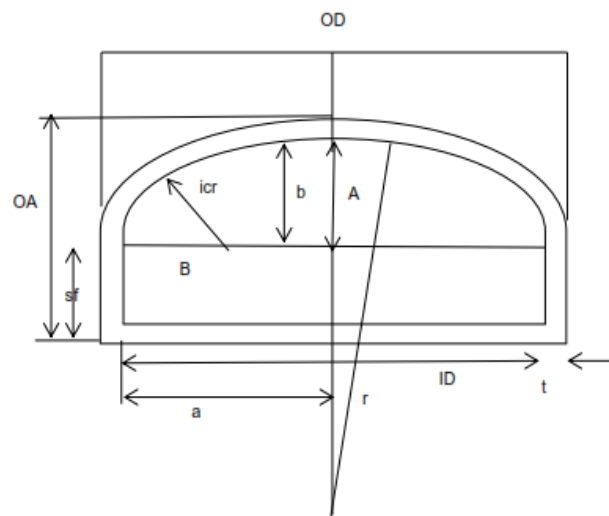
$$= 119,5 \text{ in} = 9,958 \text{ ft} = 3,035 \text{ m}$$

$$H = D$$

$$= 12.559 \text{ ft} = 150,717 \text{ in} = 3,828 \text{ m}$$

d. Diameter Head

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



Gambar 2. Flanged and Dished Head (Torispherical)

Tinggi Head :

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

$$W = 1,741$$

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

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

Dari buku Brownell and Young (1959), dipilih tebal head standar dan sf.

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

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

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

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

$$ID = OD - 2ts$$

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

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

$$a = ID / 2$$

$$= 119,375 / 2$$

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

$$AB = a - icr$$

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

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

$$BC = rc - icr$$

$$= 144 - 7,25$$

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

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

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

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

$$b = rc - AC$$

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

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

$$AO = Sf + b + th$$

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

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

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

Volume head untuk Torispherical dished head adalah :

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

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

Sehingga volume head total adalah :

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

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

V_{Reaktor}

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

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

V_{bottom}

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

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

Volume Cairan

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

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

H cairan :

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

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

Volume cairan dalam shell :

$$V \text{ cairan} = V \text{ cairan} - V_{hb} - V_{sf}$$

$$= 36,690 \text{ m}^3$$

2. Spesifikasi Pengaduk

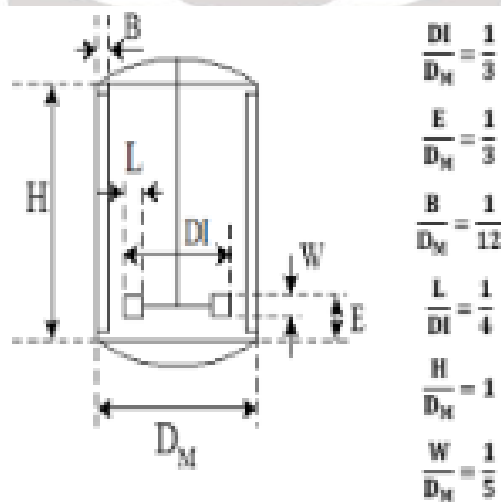
Tabel 6. Perhitungan Viskositas

Komponen	F _m (kmol/jam)	F _w (kg/jam)	X _i	μ (cP)	μ campuran (cP)
Urea	81,663	4899,828			
Formaldehid	163,327	4899,828	611,1 70	0,089	0,015
Natrium Hidroksida	0,122	4,899	1887, 359	0,0005 19	0,000
Air	353,435	6361,842	975,4 93	0,351	0,080

DMU	80,030	9603,664			
Metanol	62,075	1986,417	733,3	0,000	0,000
			25		
Total	740,655	27756,482	4207,	0,441	0,096
			34		

(Yaws, 1999)

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*.

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{Jarak Pengaduk (E)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi pengaduk (W)} = 0,608 \text{ m}$$

$$\text{Lebar pengaduk (L)} = 0,760 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Baffle (B)} = 0,253 \text{ m}$$

e. Jumlah Pengaduk

$$Sg = \frac{\rho_{\text{cairan}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$= 1,062$$

$$WELH = h_{\text{cairan}} \times sg$$

(Water Equivalent Liquid High)

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

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

$$= 0,428$$

$$= 1 \text{ Pengaduk}$$

f. Kecepatan Pengadukan

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

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

$$= 18,004 \text{ rpm}$$

$$= 0,300 \text{ rps}$$

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

g. Nilai Reynold

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

$$Re = 219145,807$$

Berdasarkan fig. 10.59, (Sinnott, R. and Towler, 2019), maka didapatkan nilai N_p sebesar 6

h. Power Number (N_p)

Nilai *power number* didapatkan dari fig. 3.4-4 (Geankoplis, C.J., and Richardson, 1989).

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

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

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

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

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

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

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{\eta}$$

$$= 2,26 \text{ HP}$$

Diperoleh daya motor standar 7,5 HP

3. Perancangan Koil Pemanas

i. Kebutuhan Pemanas

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

dibutuhkan

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

$$\text{Kebutuhan steam} = 7983,635 \text{ Kj/Jam}$$

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

Menentukan Luas Transfer Panas

Dipilih nilai UD dari table 8.5 (Kern, 1965), *coil inside liquid-condensing steam*

120 Btu/ft² F Jam

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

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

$$A = 812,884 \text{ ft}^2$$

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

Menentukan Luas Selubung Reaktor

$$L = \pi D H$$

$$L = 3,14 \times 3,828 \times 3,828$$

$$L = 46,017 \text{ m}^2$$

Karena $A \text{ tersedia} < A \text{ required}$, maka dapat digunakan koil pemanas

Menentukan Volumetrik Air

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

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

$$Q_v = \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$= 7,961 \text{ m}^3/\text{jam}$$

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

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

Dipilih :

$$\text{Kecepatan pemanas} = 2 \text{ m/s}$$

$$= 7200 \text{ m/jam}$$

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

$$\text{Luas penampang} = 0,001 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ ft}^2 = 1,719 \text{ ft}^2$$

$$\text{ID} = 0,037 \text{ m} = 1,480 \text{ in}$$

j. Memilih Diameter Koil

Digunakan pipa standar dari tabel 11, (Kern, 1965).

$$\text{OD} = 1,9 \text{ in} = 0,158 \text{ ft} = 0,048 \text{ m}$$

$$\text{ID} = 1,61 \text{ in} = 0,134 \text{ ft} = 0,040 \text{ m}$$

k. Menghitung Hi

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

Diketahui :

$$k \text{ (thermal conductivity)} = 0,373 \text{ Btu/ ft.jam.F}$$

$$C_p \text{ (Heat Capacity)} = 7808,270 \text{ btu/lb.F}$$

$$\mu \text{ (viskositas)} = 2,174 \text{ Btu/ft.jam}$$

$$De \text{ (ID Koil)} = 0,134 \text{ ft}$$

$$J_h = 300$$

Sehingga :

$$H_i = 27.445,051 \text{ Btu/ ft}^2 \cdot \text{jam.F}$$

1. Menghitung hio

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

$$h_{io} = h_i \frac{0,134}{0,158}$$

$$h_{io} = 23.256,069 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam.F}$$

Untuk koil, harga hio harus dikoreksi dengan faktor koreksi

Diambil : D spiral koil = 75% x diameter tangki

$$D \text{ spiral coil} = 113,037 \text{ in} = 9,419 \text{ ft}$$

$$Hio \text{ coil} = 24.415,397 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot F$$

m. Menghitung h_o

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

$$h_o = 10 \times \frac{0,351}{0,134} \left(\frac{28.779,23 \times 0,899}{0,351} \right)^{1/3} (2,175)^{0,14}$$

$$h_o = 30.604 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot F$$

n. Menghitung U_c

$$U_c = \frac{h_o \times hio \text{ coil}}{h_o + hio \text{ coil}}$$

$$U_c = \frac{30.604 \times 23.256,069}{30.604 + 23.256,069}$$

$$U_c = 13.580 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot F$$

o. Menghitung U_d

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

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

$$U_d = 931,417 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot F$$

p. Menghitung R_d

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

$$R_d = \frac{13.580 - 931,417}{13.580 \times 931,417}$$

$$R_d = 0,001$$

q. Menghitung Luas Bidang Transfer (A)

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = 104,728 \text{ ft}^2$$

r. Menghitung Panjang Koil (L_c)

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

$$L_c = \frac{104,728}{0,622}$$

$$L_c = 168,374 \text{ ft} = 51,320 \text{ m}$$

s. Menghitung Jumlah Lengkung

$$AC = 105,506 \text{ in} = 8,792 \text{ ft} = 2,679 \text{ m}$$

$$K \text{ lilitan} = 331,283 \text{ in} = 27,606 \text{ ft} = 8,414 \text{ m}$$

t. Menentukan Banyaknya Lilitan

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

$$N \text{ lilitan} = \frac{51,320}{8,414}$$

$$N \text{ lilitan} = 6,098 = 7 \text{ lilitan}$$

u. Mengitung Volume Koil

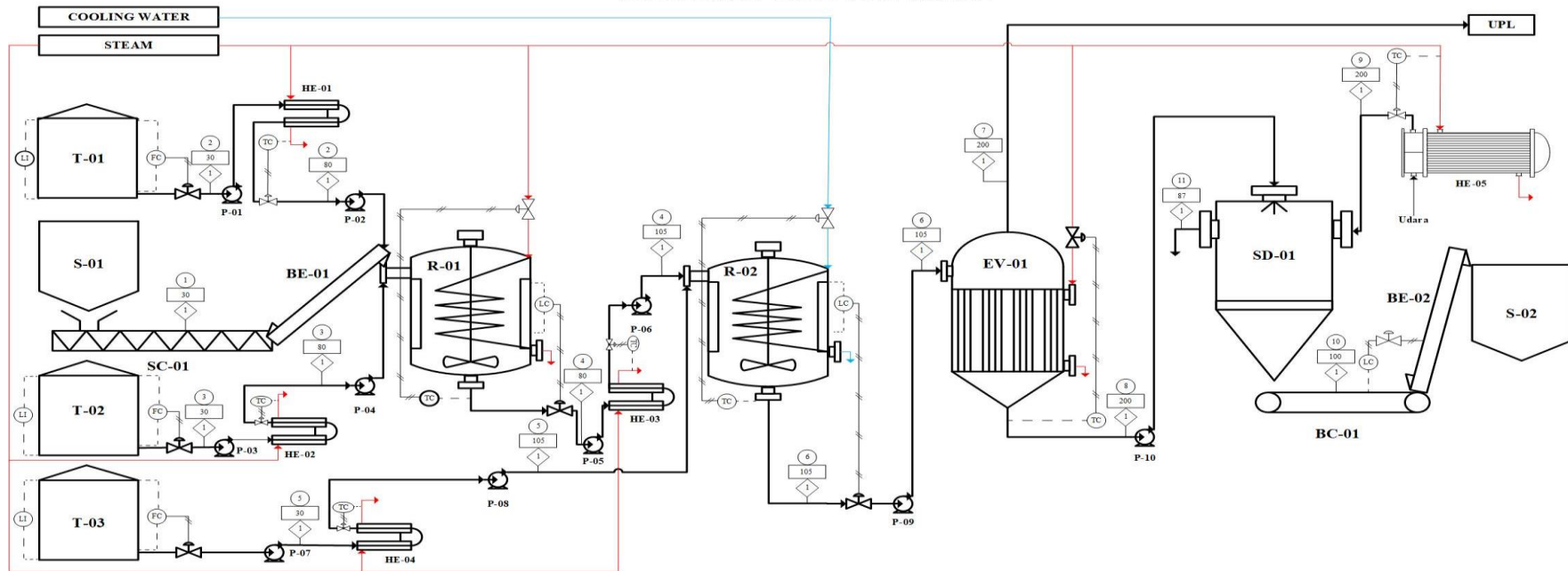
$$V_c = \frac{1}{4} \pi \times OD^2 \times L_c$$

$$V_c = \frac{1}{4} 3,14 \times 0,048^2 \text{ m} \times 51,320 \text{ m}$$

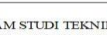
$$V_c = 0,375 \text{ m}^3$$

الجامعة الإسلامية
الإسلامية
الاندونيسية

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



No	Komponen	1	2	3	4	5	No Arus (kg/jam)					ALAT	KETERANGAN	SIMBOL	KETERANGAN	
1	CO(NH ₂) ₂	4899,828			97,996		97,996		97,996		97,996	11	T	TANGKI PENYIMPANAN		Flow Controller
2	CHOH		4899,828		97,996		97,996	97,996					S	SILO		Level Controller
3	NaOH			4,899		4,899							R	REAKTOR		Level Indikator
4	H ₂ O	6356,534	5,308	6361,842	0,122	6364,170	6364,170						EV	EVAPORATOR		Temperature Controller
5	DMU			9603,664		480,183		480,183			480,183		SD	SPRAY DRYER		Nomor Arus
6	CH ₃ OH	1986,417		1986,417		1986,417	1986,417						HE	HEAT EXCHANGER		Suhu, C
7	UF					9123,481		9123,481			9123,481		SC	SCREW CONVEYOR		Tekanan, atm
8	H ₂ SO ₄				6,002								BC	BELT CONVEYOR		Control Valve
9	Na ₂ SO ₄					8,697		8,697			8,697		BE	BUCKET ELEVATOR		Pneumatic
10	N ₂								44832,787		44832,787		P	POMPA		Piping
11	O ₂								57477,932		57477,932					Steam
	Total	4899,828	13242,780	10,207	18152,817	6,124	18158,942	8448,584	9710,358	102310,720	9710,358	102310,720				Cooling Water



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 :
ANNISA (20521137)

Dosen Pembimbing :
Dr. DYAH RETNO SAWITRI, S.T., M.Eng.



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 :

ANNISA (20521137)

Dosen Pembimbing :

Dr. DYAH RETNO SAWITRI, S.T., M.Eng.

LAMPIRAN C

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, 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 Ekor
16	31 Juli 2024 - 31 Juli 2024	Luaran-16	Luaran 16. Naskah



Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.
105210101

