

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia saat ini sedang memasuki babak baru yaitu era perdagangan bebas dimana setiap negara bersaing menawarkan komoditasnya untuk menjaga pertumbuhan ekonomi pada tren yang positif. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan pertumbuhan ekonomi Indonesia pada Triwulan II-2012 mencapai 6 - 6,5 persen. Salah satu indikasi perekonomian Indonesia tumbuh adalah investasi. Bentuk investasi yang positif dan berkelanjutan yaitu investasi yang diarahkan pada sektor industri karena dapat mendatangkan keuntungan bagi devisa negara, menciptakan lapangan kerja dan memicu sektor lain untuk berkembang. Industri yang layak untuk didirikan yaitu industri kimia salah satunya urea formaldehida. Hal ini dikarenakan Indonesia masih mengimpor bahan baku atau produk-produk industri kimia dari luar negeri yang mengakibatkan devisa negara berkurang.

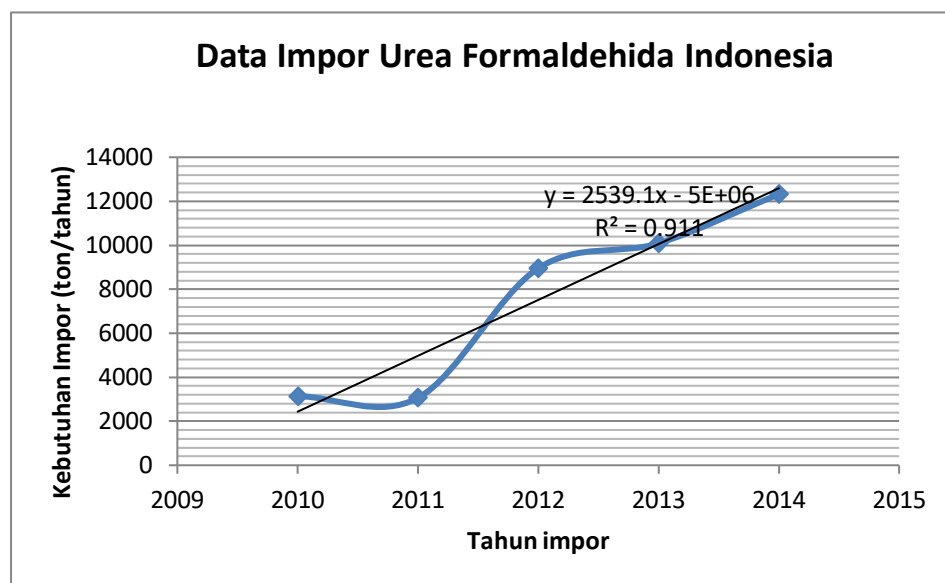
Industri *plywood* awalnya menggunakan phenol formaldehida sebagai perekat. Tetapi ketika urea formaldehida telah digunakan secara komersil, maka pemakaian phenol formaldehida semakin berkurang dan fungsinya digantikan oleh urea formaldehida. Hal tersebut disebabkan harga urea formaldehida lebih murah jika dibandingkan dengan phenol formaldehida. Selain harga yang lebih murah, urea formaldehida memiliki beberapa keunggulan lain, seperti : kualitas produk yang dihasilkan lebih baik, mudah dalam penuangan dan proses pemotongan cepat serta tidak meninggalkan bekas warna pada papan yang dihasilkan (*Meyer, 1979*).

Dalam penggunaannya secara luas, resin urea formaldehida lebih banyak dimanfaatkan dalam industri perekatan yaitu sekitar 82 %. Pada industri perekatan, urea formaldehid dikehendaki dalam bentuk resin, yaitu suatu polimer yang masih memiliki bobot molekul rendah. Hal ini dimaksudkan agar proses penetrasi selama perekatan dapat berlangsung lebih sempurna.

Negara-negara produsen urea formaldehida di dunia berdasarkan kapasitas produksinya yaitu : Eropa Barat (33%), Amerika Selatan (24%), Jepang (7%),

Cina (5%), dan negara lainnya (31%).

Kebutuhan industri akan urea formaldehida sebagai bahan baku utama maupun bahan pendukung semakin bertambah dari tahun ke tahun sedangkan industri yang memproduksi urea formaldehida relatif tetap sehingga kebutuhan industri tersebut masih dipenuhi dari produsen luar negeri. Berdasarkan data statistik perdagangan luar negeri Indonesia kebutuhan urea formaldehida mengalami peningkatan dalam kurun waktu lima tahun terakhir yang disajikan pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Grafik Perkembangan Impor Urea Formaldehida Indonesia

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2018)

Oleh karena itu, pembangunan pabrik urea formaldehid ini dapat memberikan dampak positif terhadap pemenuhan kebutuhan dalam negeri.

Produk urea formaldehid mayoritas digunakan oleh industri *plywood*, *particle board* dan industri perekatan lainnya dimana lokasi pabrik-pabrik tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.1 Perusahaan Perekatan di Indonesia dengan Jenis Industri Particle Board

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas(ton/tahun)
- PT Asia Forestama Raya	Sumatera Utara	30.000
- PT Nuvopan Indotama	Kalimantan Barat	121.250
- PT Sari Bumi Kusuma	Kalimantan Barat	74.000
- PT Akhates	Kalimantan Tengah	45.000
- PT Barito Pacific Timber	Kalimantan Selatan	200.000

Tabel 1.2Perusahaan Perekatan di Indonesia dengan Jenis Industri Plywood

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
- PT Panca Eka Bina Plywood Industri	Riau	26.000
- PT Kampari Wood	Riau	42.000
- PT Olympia Veneer Product	Riau	24.000
- PT Sola Gratia Plywood	Riau	70.000
- PT Putra Sumber Utama Timber	Jambi	98.718
- PT Andatu Lestari Plywood	Lampung	77.500
- PT Kayu Lapis Indonesia	Jawa Tengah	432.000
- PT Sumber Mas Indah Plywood	Jawa Timur	100.000
- PT Wana Bangun Agung	Kalimantan Barat	44.067
- PT Erna Djuliahwati	Kalimantan Barat	192.305
- PT Kurnia Kapuas Plywood	Kalimantan Barat	93.100
- PT Antang Cahaya Baru	KalimantanTengah	24.000
- PT Meranti Mustika	KalimantanTengah	130.000
- PT IDEC Abadi Wood Industries	Kalimantan Timur	71.000
- PT Intracowood Manufacturing	Kalimantan Timur	48.000
- PT Meranti Sakti Indah plywood	Kalimantan Timur	6.000
- PT Tirta Mahakam Plywood Industry	Kalimantan Timur	102.840
- PT Daya Sakti Unggul Corporindo, Tbk	Kalimantan Selatan	174.000
- PT Hendratna Plywood	Kalimantan Selatan	12.000
- PT Tanjung Raya Plywood	Kalimantan Selatan	117.495
- PT Katingan Timber Celebes	Sulawesi Selatan	30.000
- PT Jati Dharma Indah Plywood	Maluku	74.160
- PT Waenebi Wood	Maluku	54.000
- PT Wapoga Mutiara Timber	Papua	59.471

1.2 Kapasitas Rancangan

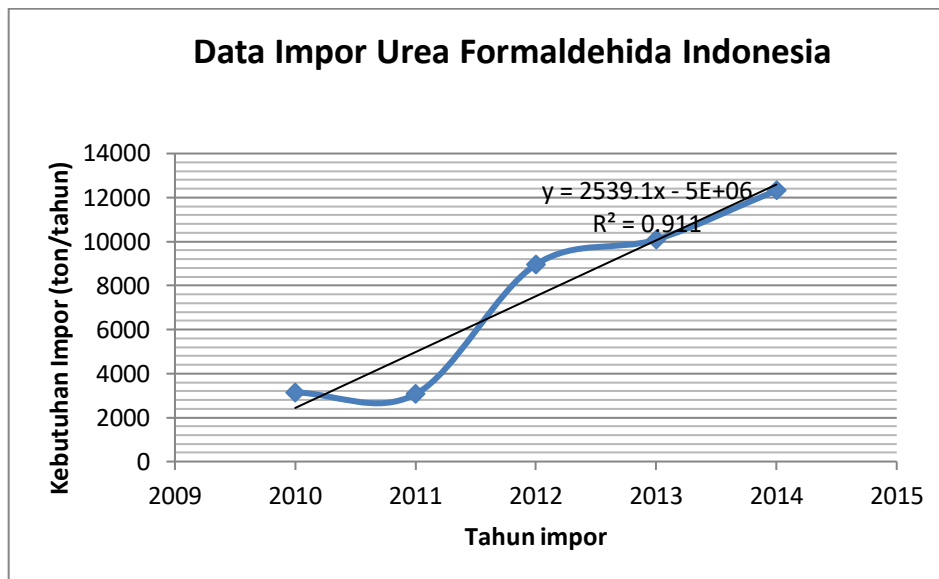
Penentuan kapasitas produksi Urea Formaldehida didasarkan pada kebutuhan Urea Formaldehida untuk industri di Indonesia dan ketersediaan bahan baku yang ada. Data kebutuhan Urea Formaldehida dalam negeri mengacu pada data impor Urea Formaldehida di Indonesia, yang dapat dilihat pada Tabel 1.4 berikut.

Tabel 1.4 Data Impor Urea Formaldehida Indonesia

Tahun	Kebutuhan impor
2014	12322,267
2013	10090,434
2012	8953,201
2011	3063,215
2010	3140,409

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2018)

Dari Tabel 1.4 Data impor Urea Formaldehida Indonesia dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 1.2 berikut.



Gambar 1.2 Kurva Jumlah Impor *Urea Formaldehid* Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.2 dapat diperoleh persamaan regresi untuk jumlah impor Urea Formaldehida Indonesia, dari persamaan dapat dihitung jumlah impor Urea Formaldehida pada tahun 2025 sebesar 150.000 ton/tahun. Dari kebutuhan impor tahun 2025 maka kapasitas rancangan yang didirikan adalah 150.000 ton/tahun guna memenuhi kebutuhan impor dalam negeri.

Ketersediaan bahan yang digunakan untuk membuat urea formaldehida adalah formaldehid dan urea. Urea formaldehida merupakan senyawa yang tersusun dari kumpulan metilol urea. Satu mol metilol urea membutuhkan satu mol urea dan satu mol formaldehida. Kebutuhan formalin dapat dipenuhi dari PT Intan Wijaya Chemical Industry yang berkapasitas 450.000 ton/tahun. Urea dapat dipenuhi dari PT Pupuk Kaltim yang berkapasitas 2.980.000 ton/tahun. Untuk menjaga kelangsungan dan ketersediaan bahan baku pabrik yang akan dirancang maka perlu dilakukan suatu perjanjian pembelian dengan produsen bahan baku terlebih dahulu.

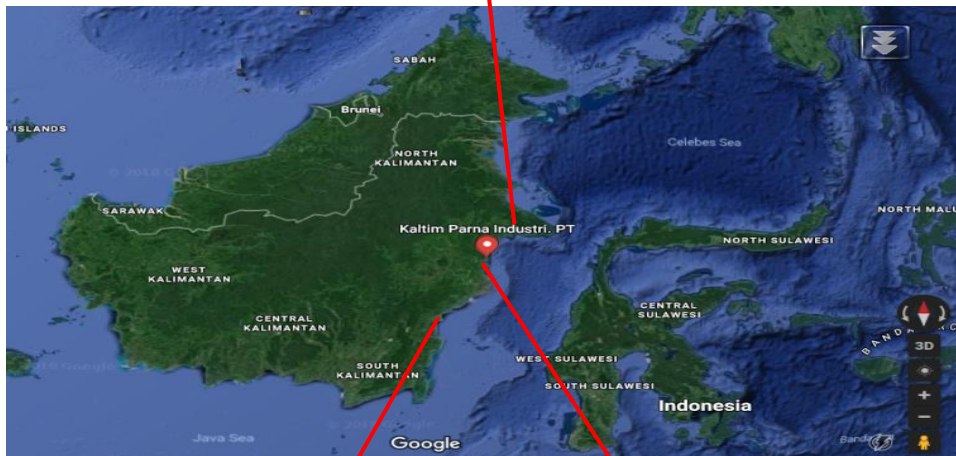
1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik pembuatan Urea formaldehida direncanakan di provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Beragamnya lokasi yang akan di pilih tersebut membuat pemilihan lokasi dilakukan dengan analisa SWOT (*Strength*,

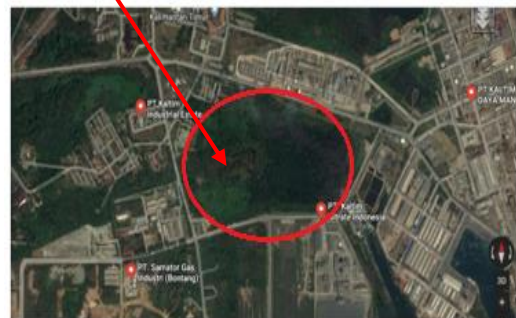
Weakness, Opportunities dan Threat). Pada 1.3 dapat dilihat peta alternatif lokasi pabrik berikut.



(3) Bunyu



(2) Bontang Selatan



(1) Bontang Timur

Gambar 1.3 Peta Alternatif Lokasi Pabrik

Analisa SWOT (*Strength*, *Weakness*, *Opportunities* dan *Threat*) kabupaten Bontang timur, Bontang selatan dan Kabupaten Bulungan dapat dilihat pada Tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3 Analisa SWOT Kabupaten Bontang timur, Bontang selatan dan Kabupaten Bulungan

Alternatif Lokasi Pabrik	Variabel	Internal		Eksternal	
		<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan/Ancaman)
Lokasi 1 (Kabupaten Bontang timur, Kalimantan Timur)	• Ketersediaan Bahan Baku	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan bahan baku dan penunjang. • Tersedia lahan yang luas untuk pabrik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketergantungan dengan pihak ketiga. • Bahan baku di pasok dari perusahaan lain. 	• Mudah nya mendapatkan bahan baku.	• Persaingan mendapatkan bahan baku dengan Industri yang sama.
	• Pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan akses transportasi darat perusahaan. • Tersedia jalan untuk mendistribusikan hasil produksi. 	• Ketergantungan dengan jasa transportasi laut	• Dekat dengan pasar	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas mutu bersaing dengan importir. • Industri yang sama memproduksi urea formaldehid
	• Utilitas	<ul style="list-style-type: none"> • Berada dikawasan industri. • Adanya pasokan listrik dan air. 	• Ketersediaan air tidak bersih	• Kebutuhan air dan listrik mamfaatkan penyediaan di kawasan industri	• Menyediakan generator sendiri

	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga Kerja 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah mendapatkan pekerja dari kawasan sekitar. • Tenaga kerja diperoleh dari universitas yang berada di Kalimantan dan daerah lain. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompetisi gaji tenaga kerja karena berada di kawasan industri. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik dan terampil. • Tersedianya lapangan pekerjaan 	<ul style="list-style-type: none"> • Perusahaan yang lebih mapan bisa menawarkan gaji yang lebih tinggi. • Tingginya nilai upah minimum regional.
	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi Daerah 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Berada di daerah yang dekat dengan laut. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daerah diperuntukan untuk kawasan industri. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rawan terjadinya Gempa dan tsunami.
Lokasi 2 (Kabupaten Bontang Selatan, Kalimantan Timur)	<ul style="list-style-type: none"> • Ketersediaan Bahan baku 	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan baku ada diwilayah terdekat pabrik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketergantungan dengan pihak ketiga. • Menggunakan transportasi darat untuk pengangkutan bahan baku 	<ul style="list-style-type: none"> • Wilayah penghasil bahan baku terbesar di daerah Kalimantan timur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Membangun tangki penampungan bahan baku dengan kapasitas besar.
	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasaran 	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan laut dan transportasi laut 	<ul style="list-style-type: none"> • Tergantung dengan jasa ekspedisi 	<ul style="list-style-type: none"> • Bisa bekerjasama dengan jasa ekspidisi 	<ul style="list-style-type: none"> • Bersaing dengan industri yang sama

<ul style="list-style-type: none"> • Utilitas 	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan pantai • Pasokan listrik didapatkan dari PLN. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas air rendah karena air berasal dari air laut. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kebutuhan air dapat diperoleh dari laut. • Kebutuhan listrik diperoleh dari PLN daerah Kaltim. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potensi tercemarnya air laut disekitar. • Membuat pengolahan air lebih maksimal.
<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga Kerja 	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan dari provinsi sekitar. • Dapat diperoleh dari universitas yang ada di Kalimantan dan daerah lain. 	<ul style="list-style-type: none"> • Keterbatasan dalam membayar upah tenaga kerja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perusahaan yang lebih mapan bisa menawarkan gaji yang lebih tinggi. • Tingginya nilai upah minimum regional.
<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi Daerah 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil 	<ul style="list-style-type: none"> • Berada di daerah yang dekat dengan laut. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daerah diperuntukkan kawasan industri. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rawan akan terjadinya bencana alam.

Alternatif Lokasi Pabrik	Variabel	Internal		Eksternal	
		<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan/Ancaman)
Lokasi 3 (Kabupaten Bunyu, Kalimantan Utara)	• Ketersediaan Bahan Baku	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan salah satu bahan baku. • Tersedia lahan yang luas untuk pabrik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketergantungan dengan pihak ketiga. • Bahan baku di pasok dari perusahaan lain. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah nya mendapatkan salah satu bahan baku. 	<ul style="list-style-type: none"> • Persaingan mendapatkan bahan baku dengan Industri yang sama.
	• Pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan jalur laut. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jauh dari pemasaran produk. 	<ul style="list-style-type: none"> • Salah satu penghasil metanol terbesar di Indonesia 	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas mutu bersaing dengan importir.
	• Utilitas	<ul style="list-style-type: none"> • Listrik diperoleh dari PLN Bunyu 	<ul style="list-style-type: none"> • Harus ada pengolahan air laut menjadi air proses 	<ul style="list-style-type: none"> • Kebutuhan air dapat diperoleh dari laut. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menyediakan utilitas sendiri
	• Tenaga Kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga kerja diperoleh dari universitas yang berada di Kalimantan dan daerah lain. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompetisi gaji tenaga kerja karena berada di kawasan industri. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tersedianya lapangan pekerjaan 	<ul style="list-style-type: none"> • Perusahaan yang lebih mapan bisa menawarkan gaji yang lebih tinggi. • Tingginya nilai upah minimum regional.

	<ul style="list-style-type: none">• Kondisi Daerah	<ul style="list-style-type: none">• Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil.	<ul style="list-style-type: none">• Akses jalur darat masih banyak perbaikan	<ul style="list-style-type: none">• Ketersedian lahan untuk pabrik.	<ul style="list-style-type: none">• Rawan terjadinya bencana alam.
--	--	---	--	---	--

Berdasarkan analisa SWOT pemilihan pembangunan lokasi prarancangan pabrik Urea Formaldehid dengan kapasitas 150.000 ton/tahun dari bahan baku Fomalin dan Urea akan direncanakan di Bontang Timur, Kalimantan Timur mengingat letak Bontang Timur strategis dan kebutuhan bahan baku Urea di daerah Bontang Timur cukup untuk pembuatan Urea Formaldehid. Pemilihan lokasi berdasarkan pada fasilitas yang tersedia seperti:

1. Terpenuhiya ketersediaan bahan baku, terdapat pabrik Urea dengan kapasitas 3,43 juta ton/tahun di daerah Bontang, Kalimantan Timur.
2. Pabrik Urea Formaldehid dekat dengan pasaran untuk pabrik yang membutuhkan produk ini.
3. Sumber air berasal dari sungai terdekat didekat kawasan perindustrian.
4. Sumber listrik yang berasal dari PLN Bontang dan bisa didapat dari pabrik lain yang berada dikawasan industri.
5. Akseibilitas transportasi darat dan laut, sehingga memudahkan untuk melakukan distribusi produk ke luar Provinsi Kalimantan Timur.

BAB II

TINJAUAN TEORI

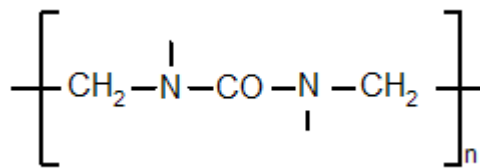
2.1. Tinjauan Umum

2.1.1. Urea Formaldehid

Resin ureaformaldehid adalah salah satu contoh polimer yang merupakan hasil kondensasi urea dengan formaldehid. Polimer jenis ini banyak digunakan di industri untuk berbagai tujuan seperti bahan adesif (61%), papan fiber berdensitas medium (27%), hardwoodplywood (5%) dan laminasi (7%) pada produk mebelir (furniture), panel dan lain-lain.

Urea formaldehida merupakan resin hasil reaksi antara urea dan formaldehida yang termasuk ke dalam golongan *thermosetting* artinya mempunyai sifat tahan terhadap asam, basa, tidak dapat melarut dan tidak dapat meleleh. Resin urea formaldehida banyak dimanfaatkan dalam industri perekatan, kayu lapis dan mebel yaitu sekitar 82% (Meyer, 1979).

Reaksi urea-formaldehid merupakan reaksi kondensasi antara urea dengan formaldehid. Pada umumnya reaksi menggunakan katalis hidroksida alkali dan kondisi reaksi dijaga tetap pada pH 8-9 agar tidak terjadi reaksi Cannizaro, yaitu reaksi diproporsionasi formaldehid menjadi alkohol dan asam karboksilat. Untuk menjaga agar pH tetap maka dilakukan penambahan ammonia sebagai buffer ke dalam campuran. Struktur urea-formaldehid dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Struktur urea formaldehid

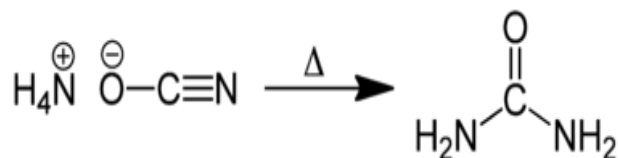
Sumber: <http://majarimagazine.com/2009/05/resin-urea-formaldehide/>

2.1.2. Bahan Baku Pembuatan Urea Formaldehid

1. Urea

Urea adalah senyawa organik yang tersusun dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogendengan rumus CON_2H_4 atau $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Urea juga dikenal

dengan nama *carbamide* yang terutama digunakan di kawasan Eropa. Nama lain yang juga sering dipakai adalah *carbamide resin*, *isourea*, *carbonyl diamide* dan *carbonyldiamine*. Senyawa ini adalah senyawa organik sintesis pertama yang berhasil dibuat dari senyawa anorganik, yang akhirnya meruntuhkan konsep vitalisme. Struktur urea dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur urea

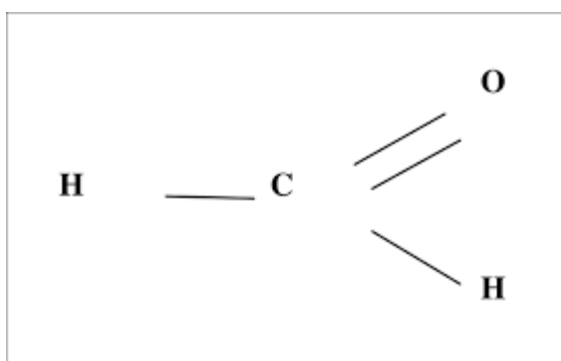
Sumber: (<http://es.wikipedia.org/wiki/Urea>)

2. Formalin

Dalam industri, bahan baku yang paling banyak digunakan untuk membuat formalin adalah methanol. Secara umum terdapat 2 jenis proses yang biasa digunakan untuk memproduksi formalin, antara lain:

- a) Oksidasi katalitik dengan menggunakan katalis logam silver atau yang biasa disebut dengan proses "silver crystal".
- b) Oksidasi katalitik dengan menggunakan katalis metal oxide, biasa disebut dengan proses "mixed oxide".

Pada dasarnya formalin (CH_2O) disintesis dari methanol (CH_3OH) dengan bantuan katalis. Formalin merupakan gas yang tidak berwarna. Kelarutan dalam air sangat tinggi. Memiliki bau khas, memiliki boiling point -21°C . Formalin secara luas digunakan dalam rebuilding material dan digunakan untuk membuat berbagai macam alat rumah tangga, secara signifikan digunakan untuk adhesive produk kayu. Gambar struktur Formaldehid dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Struktur Formalin

2.2. Tinjauan Proses

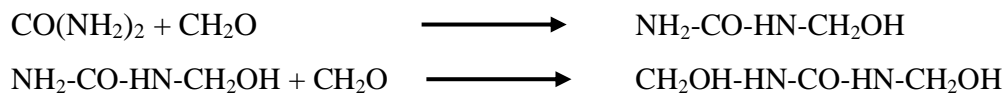
Untuk memproduksi urea formaldehid dari urea dan formalin secara umum dilakukan polimerisasi kondensasi yang mana terdapat dua reaksi utama yaitu reaksi *hydroxymethylation* dan reaksi pembentukan jembatan *di-aminomethylene*.

2.2.1. Metode Produksi Urea Formaldehid Menggunakan Katalis NH_4OH

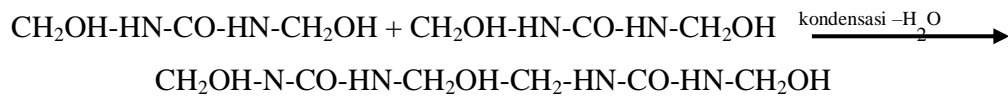
Pada dasarnya reaksi pembentukan produk urea formaldehid sama yang membedakan hanya pada penggunaan katalis dan tidak menggunakan katalis.

Reaksi yang terjadi :

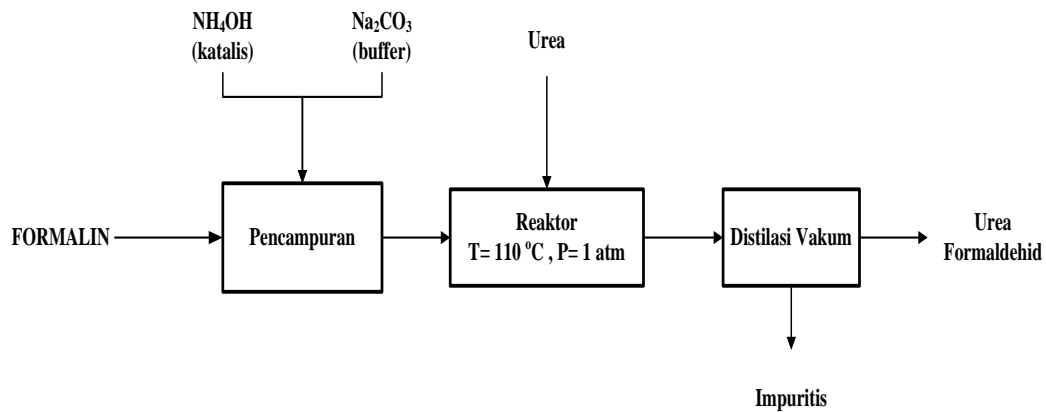
1. Reaksi *Hydroxymethylation*



2. Reaksi Pembentukan Jembatan *di-aminomethylene*



Pada metode ini mula-mula formalin dimasukan dan diaduk dengan campuran amonium hidroksida (NH_4OH) sebagai katalis sebanyak 5% dari massa total reaktan dan natrium karbonat (Na_2CO_3) sebagai buffer sebanyak 5 % dari massa katalis sambil dilakukan pengadukan secara merata. Selanjutnya dilakukan penambahan urea dengan jumlah yang sudah ditentukan. Kemudian campuran dipanaskan sampai temperatur 100-110 °C. Kemudian dilakukan pemurnian produk untuk menghilangkan air dengan menggunakan distilasi vakum, sehingga diperoleh cairan yang lebih kental. Konversi reaksi untuk metode ini didapatkan 83 %.



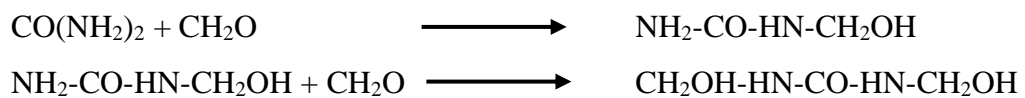
Gambar 2.4 Blok Diagram Metode Menggunakan Katalis NH_4OH

2.2.2. Metode Produksi Urea Formaldehid Tidak Menggunakan Katalis

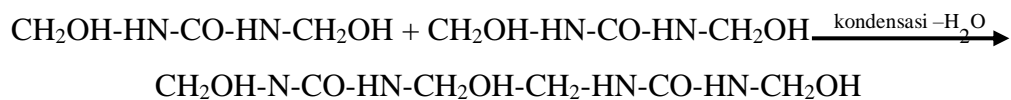
Pada dasarnya reaksi pembentukan produk urea formaldehid sama yang membedakan hanya pada penggunaan katalis dan pengaturan pH larutan reaktan.

Reaksi yang terjadi :

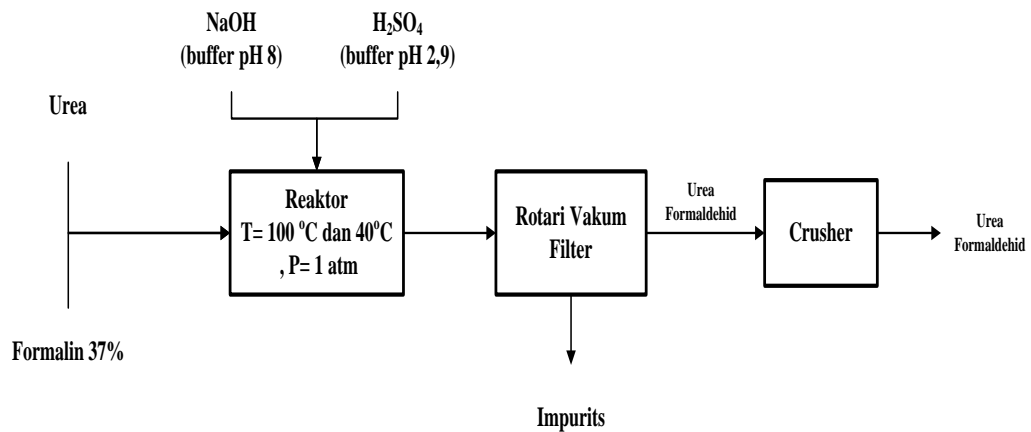
1. Reaksi *Hydroxymethylation*



2. Reaksi Pembentukan Jembatan *di-aminomethylene*



Pada metode ini tidak digunakan katalis hanya saja pada saat proses dilakukan pengaturan pH pada larutan reaktan sehingga terbentuk produk Urea Formaldehid. Dimana urea dan formalin diaduk dan ditambahkan NaOH 10% dari massa umpan formalin sehingga pH larutan yang terbentuk pH 8. Kemudian campuran dipanaskan dengan temperatur 100-110 °C dan tekanan 1 atm. Lakukan pemanasan sambil tetap diaduk selama 15 menit. Setelah 15 menit tambahkan H_2SO_4 dengan konsentrasi 15% sehingga terbentuk pH 2,9 selama 10 menit diturunkan temperatur dari 100 ke 40 °C. Kemudian temperatur dikonstansikan dengan suhu 40 °C selama 60 menit sambil diaduk. Konversi reaksi yang didapat pada metode ini 98% - 99%



Gambar 2.5 Blok Diagram Metode Tidak Menggunakan Katalis

Setelah memperhatikan 2 metode proses diatas dipilih proses metode Pengaturan pH larutan reaktan dengan pertimbangan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Dasar Pemilihan Proses Pembuatan Urea Formaldehid

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Metode Produksi Urea Formaldehid Menggunakan Katalis NH_4OH	<ul style="list-style-type: none"> Memiliki Konversi reaksi 95% 	<ul style="list-style-type: none"> Harga Katalis dan buffer yang digunakan cukup mahal Konversi reaksi kecil
Metode Produksi Urea Formaldehid Tidak Menggunakan Katalis	<ul style="list-style-type: none"> Memiliki konversi reaksi 98% - 99% Harga buffer yang digunakan untuk pengaturan pH murah Tidak perlu menggunakan katalis 	<ul style="list-style-type: none"> Reaksi harus dikontrol pada temperatur yang konstan

2.3. Sifat Fisik dan Kimia

Zat kimia memiliki karakteristik masing-masing yang membedakan suatu zat dengan zat lain, akan tetapi tidak sedikit pula zat yang mempunyai persamaan sifat dengan zat lain sehingga dapat dimasukkan dalam satu golongan.

Karakteristik zat ini akan menentukan bagaimana zat tersebut dapat dimanfaatkan. Dalam hal ini sifat-sifat suatu zat dapat dibagi menjadi sifat-sifat fisika dan kimia.

2.3.1. Bahan Baku

- **Urea**

Bentuk	: kristal
Warna	: putih
Rumus molekul	: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Sifat – sifat Fisika :

1. pH : 7-8
2. Densitas : $1,323 \text{ g/cm}^3$
3. Titik leleh : $132,7^\circ\text{C}$
4. Berat molekul : $60,06 \text{ kg/kmol}$

Sifat – sifat kimia :

1. Bila bercampur air dapat terhidrolisis menjadi amonium karbonat dan terdekomposisi menjadi amoniak dan karbon dioksida.
2. Urea larut dalam air, alkohol dan benzena.
3. Daya racunnya rendah, tidak mudah terbakar dan tidak meninggalkan residu garam setelah dipakai untuk tanaman, tidak berbau

(Blog,Dimas Robi Satria,21.2.2018)

- **Formalin 37%**

Bentuk	: Cairan
Warna	: Tidak Berwarna (bening)
Rumus molekul	: CH_2O

Sifat – sifat Fisika :

1. pH : 3
2. Densitas : $0,9151 \text{ g/cm}^3$
3. Titik didih : 98°C
4. Berat molekul : 30 kg/kmol

Sifat – sifat kimia :

1. formaldehida menampilkan sifat kimiawi seperti pada umumnya aldehida, senyawa ini lebih reaktif daripada aldehida lainnya.
2. Dalam air, formaldehida mengalami polimerisasi dan sedikit sekali yang ada dalam bentuk monomer H_2CO .
3. Formaldehida bisa dioksidasi oleh oksigen atmosfer menjadi asam format, karena itu larutan formaldehida harus ditutup serta diisolasi supaya tidak kemasukan udara.

2.3.2. Produk

1. Urea Formaldehid

Bentuk : Padatan (powder)

Warna : Putih

Rumus Molekul : $C_6H_{14}O_5N_4$

Berat Molekul : 222 g/mol

Sifat fisik :

1. Densitas : 0,55 -0,75 g/cm³
2. pH : 6,5-8,5
3. Viskositas : 150 -250 cps
4. Larut dalam air : 50 g/L

Sifat kimia :

1. larut dalam air
2. Tidak berbau
3. Tidak bersifat racun

(MSDS,Urea Formaldehid)

2.4. Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Penunjang Dan Produk

Spesifikasi bahan baku, bahan penunjang, dan produk dapat dilihat pada tabel berikut :

1. Urea

Tabel 2.2 Spesifikasi Urea

No	Spesifikasi	
1.	Wujud	Butiran
2.	Warna	putih
3.	Densitas curah	0,74 g/cm ³
2.	Komposisi (%)	
	▪ Kadar Nitrogen	99,5
	▪ Kadar air	0,5

Sumber : (PT.Petrokimia Gresik)

2. Formalin

Tabel 2.3 Spesifikasi Formalin

No	Spesifikasi	
1.	Wujud	Cair
2.	Warna	tak berwarna
3.	Kemurnian(%) :	
	▪ Formalin	37%
	▪ Metanol	15%
	▪ Air	48%

(Sumber : alibaba.com)

3. Produk Urea Formaldehid

Urea Formaldehid yang dihasilkan disesuaikan dengan permintaan pasar dan standar yang berlaku :

Tabel 2.4 Spesifikasi Urea Formaldehid

No	Spesifikasi	
1.	Wujud	Bubuk (powder)
2.	Warna	Putih
3.	pH	7.5-8.5
4.	Berat jenis	0,55 – 0,75 g/cm ³
5.	Kemurnian	99,35% (urea formaldehid)
		0,35% (Formalin)
		30% (impuritis)

Sumber : (MSDS, JHAO AN CHEMICAL CO)

BAB III

TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES

3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram

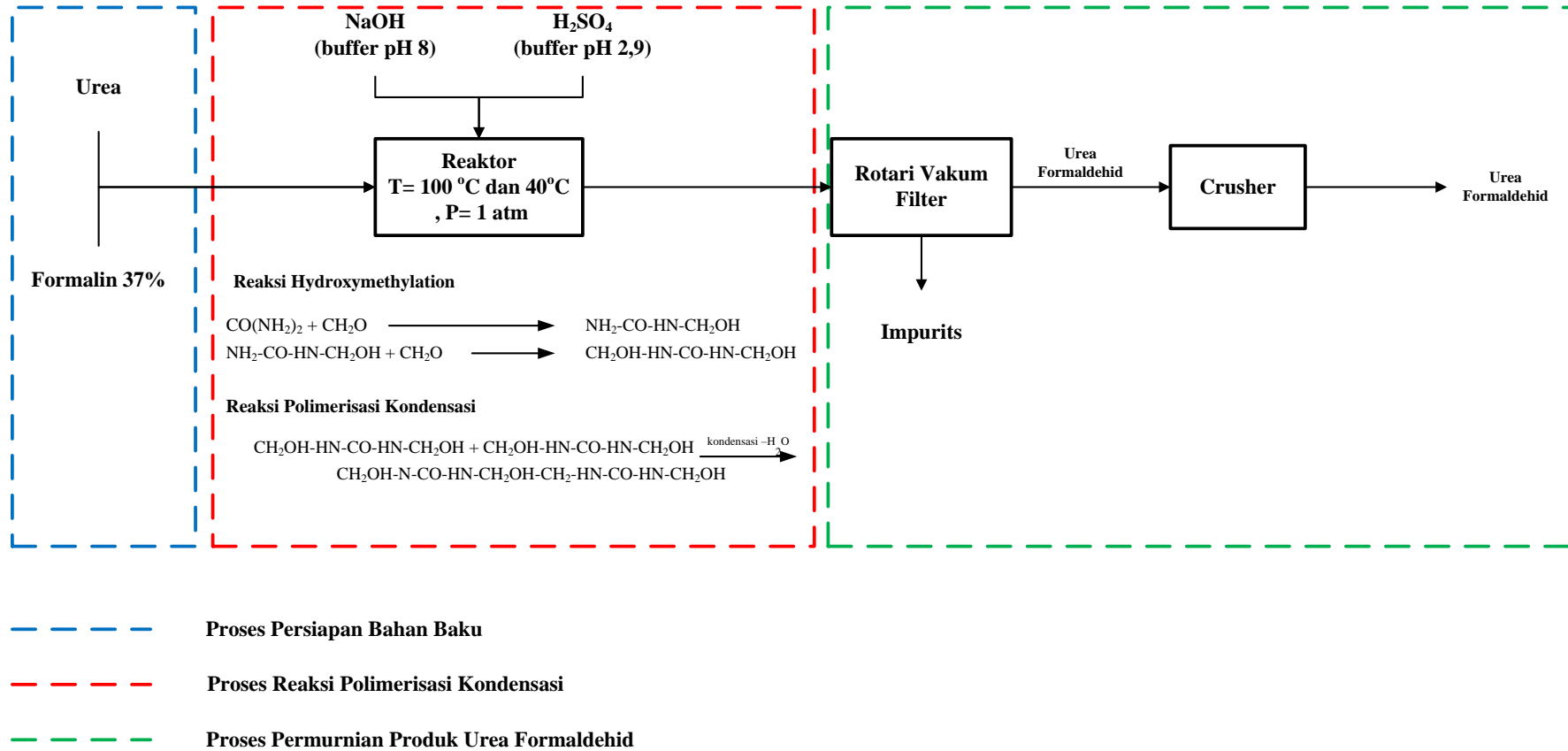
3.1.1 Tahapan Proses

Pembuatan Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin menggunakan metode proses pengaturan pH larutan reaktan tanpa menggunakan katalis. Buffer yang digunakan untuk pH 8 digunakan larutan NaOH dan untuk pH 2,9 digunakan larutan H₂SO₄ 15%. Adapun prosesnya ada tiga tahapan proses, yaitu :

1. Tahapan Persiapan Bahan Baku
2. Tahapan Reaksi Polimerisasi Kondensasi
3. Tahapan Pemurnian Produk Urea Formaldehid

3.1.2 Blok Diagram

Diagram alir proses pembuatan Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Blok Diagram Pembuatan Urea Formaldehid Tanpa Katalis

3.2 Deskripsi Proses dan *Flowsheet*

3.2.1 Deskripsi Proses

3.2.1.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku

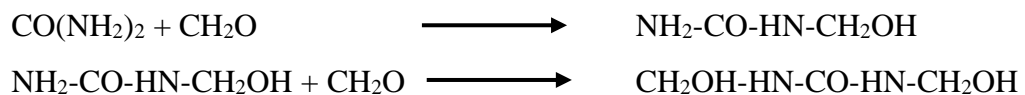
Formalin disimpan di tangki penyimpanan (TT-111) pada tekanan 1 atm. Kemudian dipompa (J-121) menuju ke reaktor (R-191) untuk aliran Per jam selanjutnya dimasukan ke dalam reaktor (R-192 s/d R-193). Urea dan NaOH yang disimpan dalam ware House (WH-1121) dimasukan ke dalam reaktor dengan bantuan conveyer (C-171 s/d C-173) dengan komposisi yang telah ditetapkan.

3.2.1.2 Tahapan Reaksi Polimerisasi Kondensasi

Setelah bahan utama (urea dan formalin) dan buffer pH 8 masuk kemudian pemanas pada reaktor (R-191) dihidupkan sehingga dapat memanaskan produk dari temperatur masuk bahan 30 °C sampai 100 °C. Setelah kondisi temperatur telah didapatkan 100 °C biarkan selama 15 menit, kemudian tambahkan H₂SO₄ sehingga pH larutan menjadi 2,9 biarkan selama 10 menit dengan sambil diaduk. Pada proses awal produk yang terbentuk adalah monomer – monomernya.

Reaksi yang terjadi :

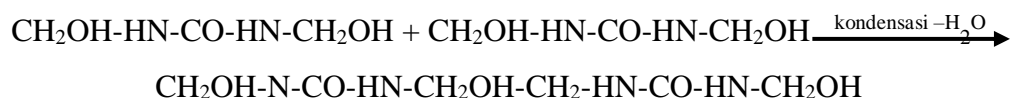
Reaksi *Hydroxymethylation*



Setelah 10 menit kemudian pH larutan dikembalikan lagi menjadi pH 8 dengan menambahkan NaOH sebanyak umpan pertama NaOH. Pada saat ini temperatur didalam reaktor (R-191) diturunkan menjadi 40 °C selama 60 menit dengan sambil diaduk. Pada proses penurunan temperatur sampai konstan temperatur 40 °C pada saat proses ini lah terbentuk polimer yang disebut Urea formaldehid.

Reaksi yang terjadi :

Reaksi Pembentukan Jembatan *di-aminomethylene*



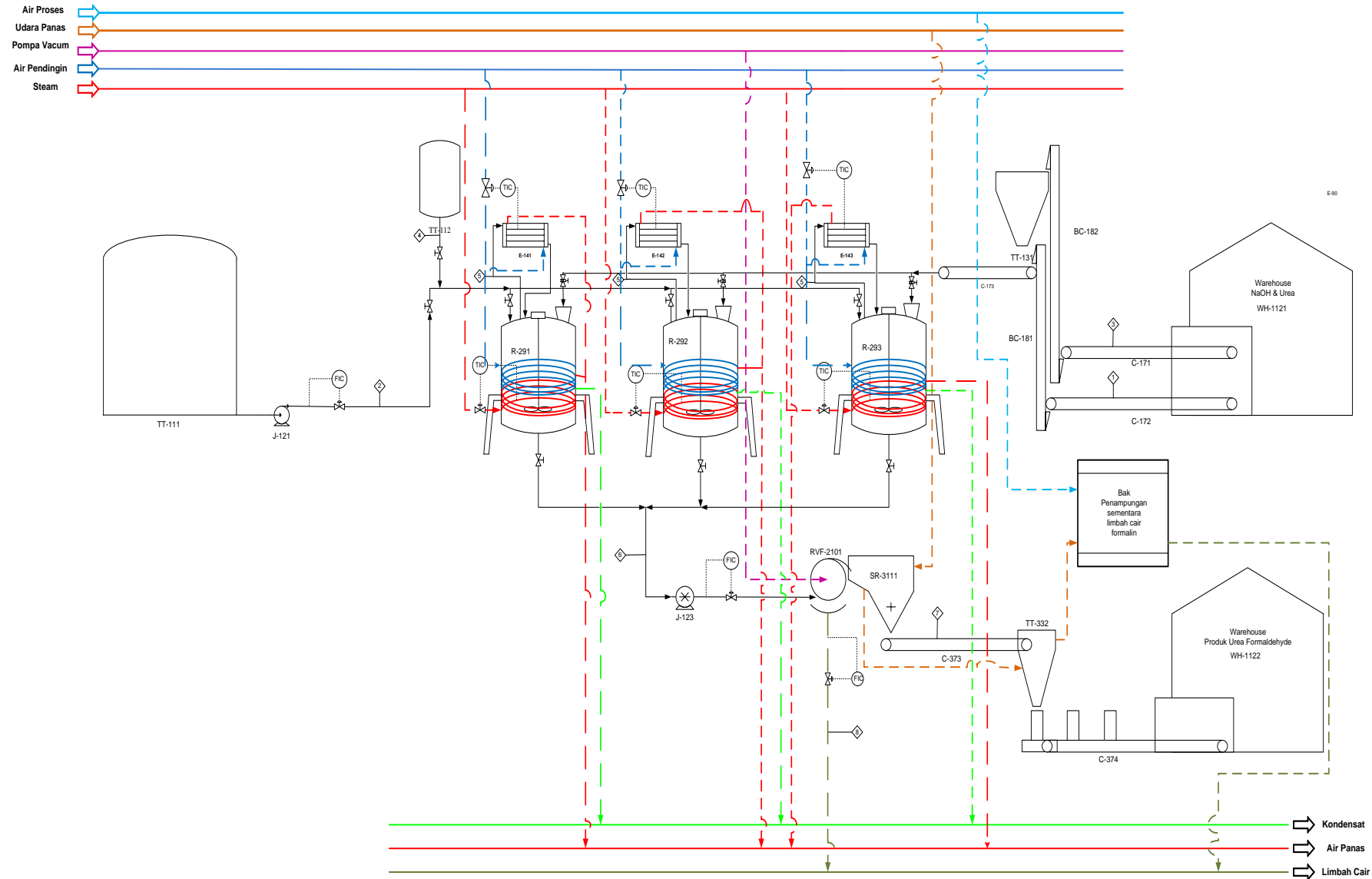
3.2.1.3 Tahap Proses Pemurnian Produk Urea Formaldehid

.Hasil yang keluar dari reaktor dipompakan (J-123) menuju rotari vakum filter (RVF-2101) sehingga memisahkan antara padatan urea formaldehid dengan impuritis berupa cairan. Setelah itu padatan urea formaldehid dilakukan penghalusan di alat crusher (SR-3111) dan dilakukan penampungan sementara di dalam silo (TT-332) dan kemudian dilakukan pengemasan ke dalam drum-drum kemasan produk. Setelah itu di simpan dalam ware house produk urea formaldehid (WH-1122).

3.2.2 Flowsheet


Flowsheet dapat dilihat pada Gambar 3.2

Pra Rancangan Pabrik Urea *Formaldehyde* Dari Urea Dan Formalin Kapasitas 150.000 Ton/Tahun



No.	Nama Alat	Kode Alat
1	Tangki	TT-111
2	Pompa	J-121 dan J-122
3	Silo	TT-131 dan TT-332
4	Kondensor	E-141
5	Heat Exchanger	HE-151
6	Screw Conveyor	SC-161
7	Conveyor	C-171 s/d C-172 dan C-373 s/d C-374
8	Bucket Elevator	BC-181 dan BC-182
9	Reaktor	R-191
10	Rotary Vacuum Filter	RVF-2101
11	Crusher	SR-3111
12	Warehouse	WH-1121 dan WH-1122

KOMPONEN	1	2	3	4	5	6	7	8
Formaldehyde		5.910,55			176,13	176,13	0,0607	176,0737
Metanol		2.396,17			2.396,17	2.396,17	0,8254	2.395,34
Air	29,70	7.667,74			9.383,36	9.383,36	3,2323	9.380,1290
Urea	5.910,55				118,21	118,21	0,0407	118,17
NaOH			1.597,44					
H₂SO₄				1.597,44				
Mono Methylol Urea					173,77	173,77	0,0599	173,71
Di Methylol Urea					227,05	227,05	0,0782	226,98
Urea Formaldehyde					20.792,99	20.792,99	20.792,99	
T (°C)	30	30	30	30	100	40	30	40
P (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1

 JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS BUNG HATTA		TANDA TANGAN
DIGAMBAR	ARIEF ADI SAPUTRA (1410017411022)	
	RYNO AGUSTRIO AHMAD (1410017411025)	
DIPERIKSA DAN DISETUIJUI	Dr. FIRDAUS, S.T, M.T (PEMBIMBING I)	
	ELLYTA SARI, S.T, M.T (PEMBIMBING II)	

BAB IV

NERACA MASSA DAN ENERGI

Neraca massa dan neraca energi merupakan keterangan yang dapat menunjukkan banyaknya massa dan panas yang masuk, keluar dan terakumulasi pada setiap peralatan proses. Neraca massa dan neraca energi ini berguna untuk menentukan spesifikasi dan ukuran dari peralatan yang digunakan.

4.1 Neraca Massa

Berdasarkan perhitungan neraca massa pada Lampiran A, diperoleh neraca massa sebenarnya untuk masing-masing peralatan yang digunakan. Kapasitas produksi Urea Formaldehid didasarkan pada ketersediaan bahan baku yaitu Urea.

Kapasitas produksi = 150.000 ton/tahun

Operasi pabrik = 300 hari kerja/ tahun

Kapasitas produksi/jam = $150.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{300 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}}$
 = 20833,33 kg/jam

Basis perhitungan = 1000 kg/jam

Kapasitas Produksi Basis = 3507,09 kg/jam

Faktor Pengali = $\frac{\text{Kapasitas Sebenarnya}}{\text{Kapasitas Basis}} = \frac{20833,33 \text{ kg/jam}}{3507,09 \text{ kg/jam}} = 5,9403$

Maka untuk memproduksi Urea Formaldehid 150.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku sebesar 5.940,2521 kg/jam

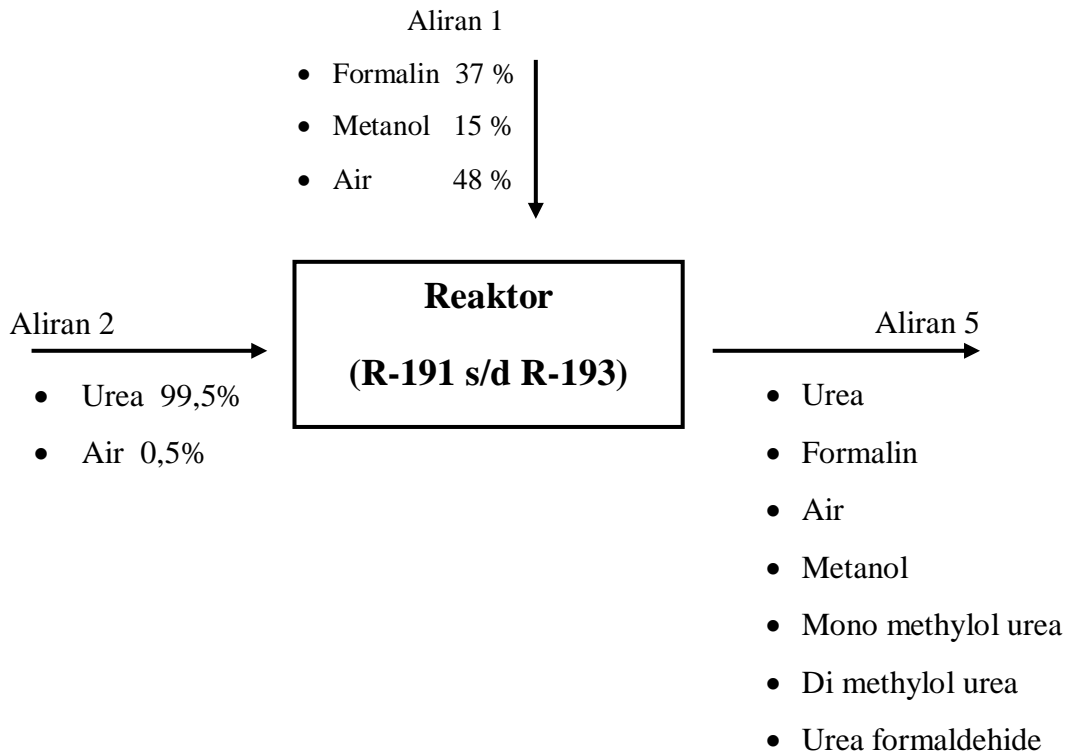
Bahan Baku Urea = 1000 kg/jam x 5,9403

= 5.940,2521 kg/jam

= 42.770 ton/tahun

4.1.1. Reaktor (R-191 s/d R-193)

Fungsi : Mengkonversikan urea dan formalin menjadi Urea Formaldehid dengan pengaturan pH larutan reaktan

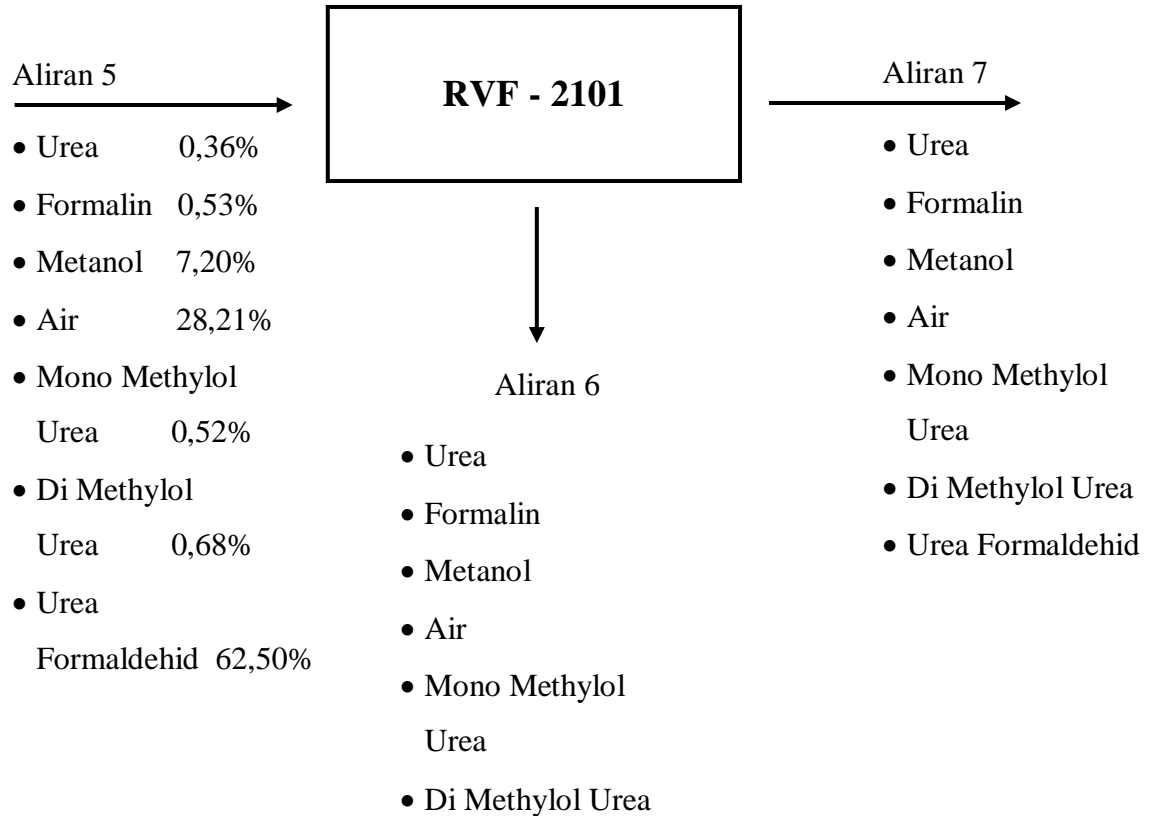


Tabel 4.1 Neraca Massa Reaktor (R-191 s/d R-193)

Komponen	BM	Masuk (Kg/jam)						Keluar (Kg/jam)	
		Aliran 1		Aliran 2		Hasil Reaksi		Aliran 3	
		Massa	%	Massa	%	Massa	%	Massa	%
Urea	60	5.910,551	99,5					118,211	0,36
Formalin	30			5.910,551	37			176,134	0,53
Metanol	32			2.396,169	15			2.396,169	7,20
Air	18	29,701	0,5	7.667,742	48			9.383,361	28,21
C ₂ H ₆ N ₂ O ₂	90							173,770	0,52
C ₃ H ₈ N ₂ O ₃	120					11.352,986	100	227,060	0,68
C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₄	222							20.792,994	62,50
Sub Total		5.940,252	100	15.974,462	100	11.352,986	100	33.267,700	100
Total		33.267,700						33.267,700	

4.1.2. Rotari Vakum Filter (RVF-2101)

Fungsi : Memisahkan padatan Urea Formaldehid dari cairan impuritis



Tabel 4.2 Neraca Massa Rotari Vakum Filter (RVF-2101)

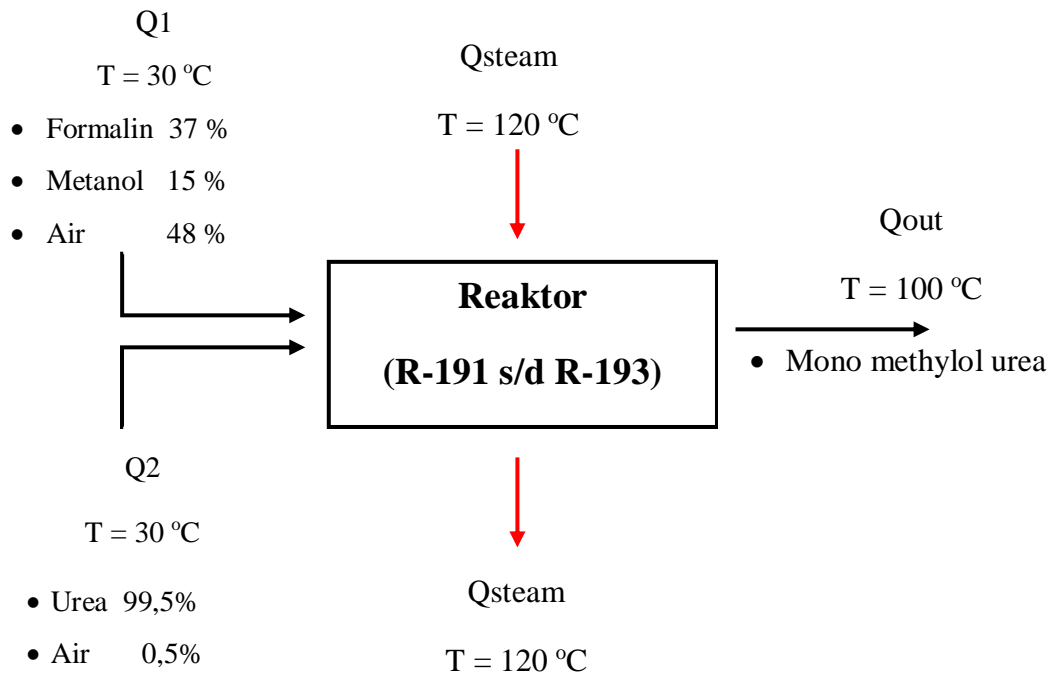
Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)			
	Aliran 5		Aliran 6		Aliran 7	
	Massa	%	Massa	%	Massa	%
Urea	118,211	0,36	118,170	0,95	0,041	0,0002
Formalin	176,134	0,53	176,073	1,41	0,061	0,0003
Metanol	2.396,169	7,20	2.395,344	19,21	0,825	0,0040
Air	9.383,361	28,21	9.380,129	75,22	3,232	0,0155
C ₂ H ₆ N ₂ O ₂	173,770	0,52	173,710	1,39	0,060	0,0003
C ₃ H ₈ N ₂ O ₃	227,060	0,68	226,981	1,82	0,078	0,0004
C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₄	20.792,994	62,50	0	0	20.792,994	99,9793
Sub Total	33.267,700	100	12.470,409	100	20.797,291	100
Total	33.267,700		33.267,700			

4.2 Neraca Energi

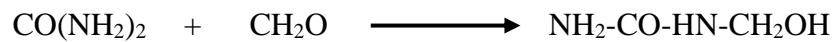
Berdasarkan perhitungan pada Lampiran B, diperoleh neraca energi masing – masing peralatan yang digunakan sebagai berikut:

4.2.1 Reaktor (R-191 s/d R-193)

1. Reaksi 1



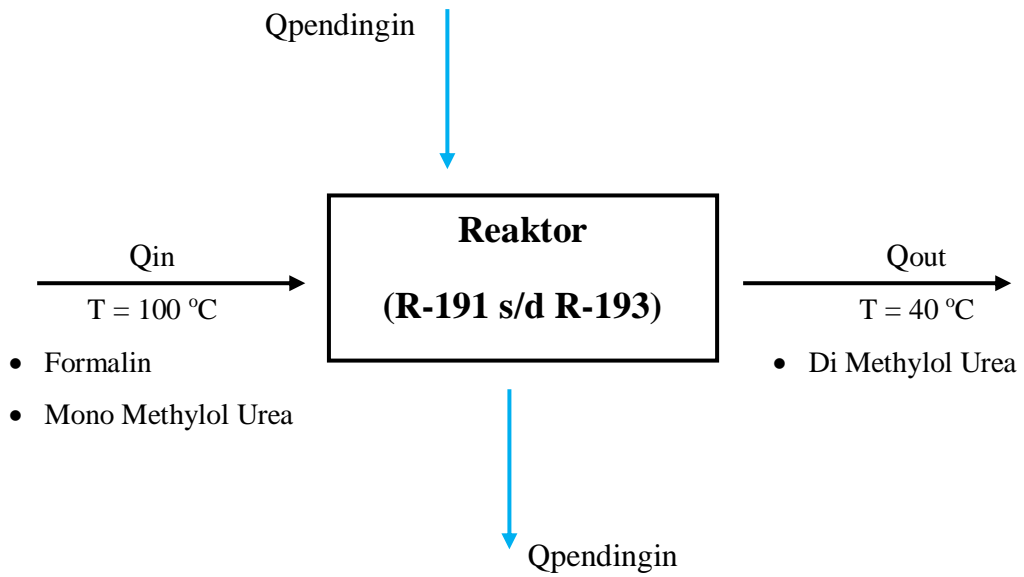
Reaksi 1 :



Tabel 4.3 Neraca Energi Reaktor (R-191 s/d R-193) (Pemanas)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q1	217.620,3425	
Q2	45.739,7846	
Qout		4.344.425,8241
Qr	-385.503,3859	
Qsteam	4.466.569,0829	
Total	4.344.425,8241	4.344.425,8241

2. Reaksi 2



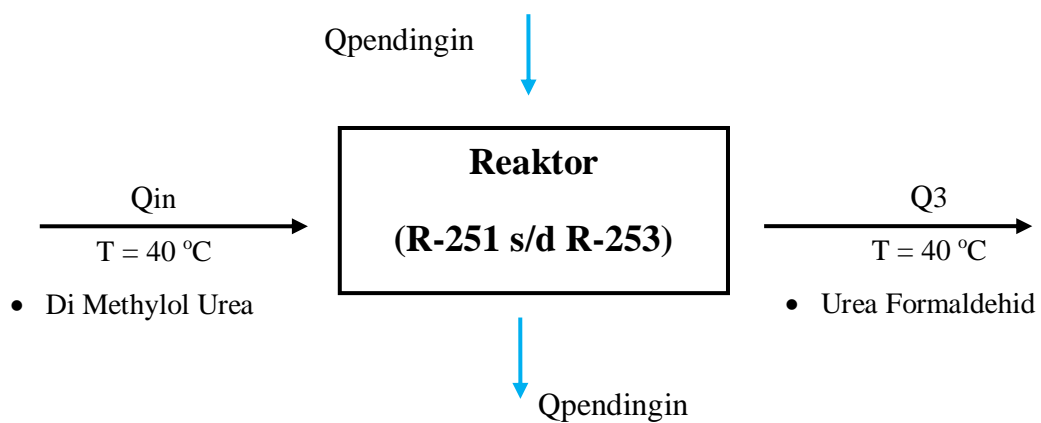
Reaksi 2 :



Tabel 4.4 Neraca Energi Reaktor (R-191 s/d R-193) (Pendingin dari 100 °C ke 40°C)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	4.344.425,8241	
Qout		731.372,1208
Qr	145.863,1653	
Qpendingin	-3.758.916,8686	
Total	731.372,1208	731.372,1208

3. Reaksi 3



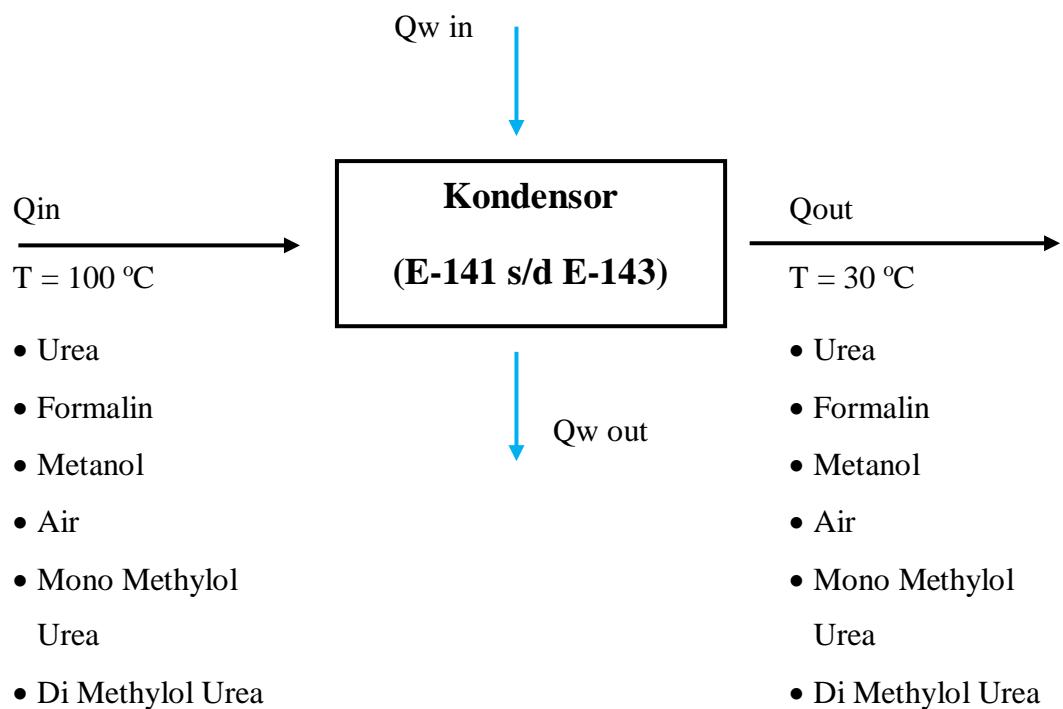
Reaksi 3 :



Tabel 4.5 Neraca Energi Reaktor (R-191 s/d R-193) (Pendingin reaksi 3)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q _{in}	607.526,6683	
Q ₃		943.716,5278
Q _r	100.877,8662	
Q _{pendingin}	-235.311,9933	
Total	943.716,5278	943.716,5278

4.2.2 Kondensor (E-141 s/d E-143)



Tabel 4.6 Neraca Energi Kondensor (E-141 s/d E-143)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q _{in}	4.718.582,6390	
Q _{W in}	880.802,0926	
Q _{out}		314.572,1759
Q _{W out}		5.284.812,5556
Total	5.599.384.7316	5.599.384.7316

BAB V UTILITAS

Utilitas yang diperlukan pada Pra Rancangan Pabrik Urea Formaldehid dengan kapasitas produksi 150.000 ton/tahun ini meliputi:

1. Air yang digunakan dalam pabrik pembuatan Urea Formaldehid terbagi dua, yaitu:
 - Air pendingin, digunakan untuk alat reaktor cstr dan kondensor.

Tabel 5.1. Kebutuhan Air Pendingin Pada Pabrik Urea Formaldehid

Kode Alat	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Coil pendingin	13.370,2513
2	Kondensor	53.071,024

- Air sanitasi, digunakan untuk para karyawan lingkungan pabrik (perumahan, perkantoran, laboratorium, mesjid/musholla, kantin dan lain-lain).
2. *Steam* digunakan untuk memenuhi kebutuhan *steam* pada pabrik Urea Formaldehid, *steam* dihasilkan oleh boiler dan digunakan untuk reaktor.

Tabel 5.2. Kebutuhan *Steam* Pada Pabrik Urea Formaldehid

Kode Alat	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Reaktor	66.236,81

3. Listrik digunakan sebagai sumber penggerak alat-alat proses serta penerangan diseluruh pabrik. Beberapa sumber listrik digunakan untuk alat reaktor cstr, *Pompa*, *Rotary Vacum Filter*, *conveyor*, *Cruser* dan boiler.
4. Unit pengolahan limbah terdiri dari unit pengolahan limbah cair dan limbah gas.

5.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik Urea Formaldehid digunakan sumber air yang berasal dari sungai bontang yang ditampung di dalam bak penampung sementara, sebelum digunakan sebagai air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler. Kualitas air bersih yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.3. Spesifikasi Air yang digunakan sebagai Sumber Air Bersih

No.	Parameter	Satuan	Nilai Rujukan	Hasil Uji
Sifat Fisika				
1	Rasa	-	-	Tidak berasa
2	Bau	-	-	Tidak berbau
3	Kekeruhan	NTU	5	5,1
4	Zat padat terlarut (TDS)	-	1500	141
5	Suhu	°C	Suhu udara \pm 3	24,5
Sifat Kimia				
1	Ph	-	6,5-9,0	7,0
2	Besi (Fe)	mg/l	1,0	1,0
3	Mangan (Mn)	mg/l	0,5	0,6
4	Nitrat	mg/l	10	3,25
5	Nitrit	mg/l	1,0	0,05
6	Flurida	mg/l	1,5	1,7
7	Kadmium	mg/l	0,0	0,005
8	Klorida	mg/l	600,0	245
9	Sianida	mg/l	0,1	0,1
10	Sulfat	mg/l	400,0	97
11	Timbal	mg/l	0,05	0,08
12	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500,0	189

Sumber: Ari, 2013

5.1.1 Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang mengandung mineral dan tidak mengandung kotoran atau bakteri. Air sanitasi digunakan untuk para karyawan lingkungan pabrik (perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid / musholla, kantin dan lain-lain). Karena air ini berhubungan langsung dengan kesehatan, maka air sanitasi harus memenuhi standar kualitas. Syarat air sanitasi (Permenkes, 2010) meliputi sebagai berikut :

1. Syarat fisika, yaitu:

- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau
- Total zat padat terlarut : 500 mg/l

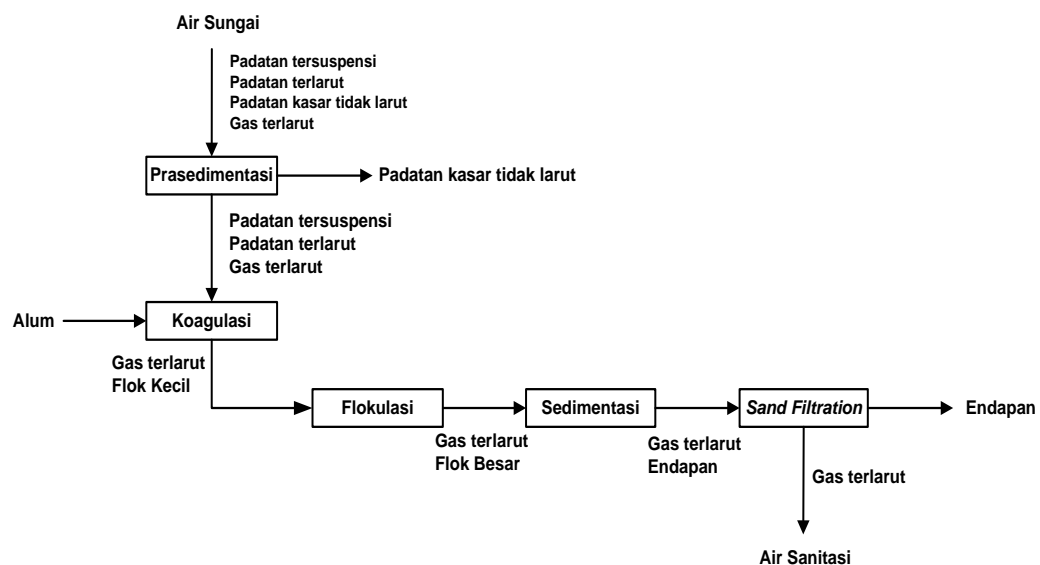
2. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang terlarut dalam air, seperti PO₄³⁻, Hg²⁺, Cu²⁺ dan logam-logam berat lainnya yang beracun.

- Syarat bakteriologis

Air sanitasi tidak mengandung kuman maupun bakteri terutama bakteri *E.Coli* dan *Koliform*. Untuk memenuhi persyaratan ini, setelah proses penjernihan harus diberi tambahan desinfektan seperti khlor cair atau kaporit.

Air yang akan digunakan adalah air sanitasi, maka harus dilakukan beberapa pengolahan. Tahap pengolahan air sanitasi dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi

Proses pengolahan air sanitasi dijelaskan sebagai berikut:

a. Proses Prasedimentasi

Air sungai sebelum dikirim ke unit utilitas, dipisahkan terlebih dahulu dari kotoran yang terikut tergenang dalam air yang berupa zat padat kasar yang terapung seperti daun, kayu, dan benda-benda lainnya. Proses prasedimentasi dilakukan dengan cara memasang saringan (*bar screen*) disekitar *suction* pompa pengambil air (P-1001), lalu dipompakan dan dialirkan ke bak penampungan air sungai (BP-1101).

b. Proses Pengolahan *Raw Water*

Air dari bak penampungan air sungai (BP-1101) dialirkan ke bak pengolahan *raw water* (BP-2102) yang terdiri dari empat buah bak, yaitu bak pembentukan koagulan/*Mixing Chamber* (BP-2102 a), bak pembentukan flok-flok/*Flocculation Chamber* (BP-2102 b), bak sedimentasi/*Sedimentation Chamber* (BP-2102 c), dan bak penampungan limbah air bersih/*Float Chamber* (BP-2102 d). Bak pengolahan *raw water* (BP-2102) berfungsi untuk menghilangkan padatan terlarut dengan cara menambahkan bahan kimia sehingga terbentuk gumpalan dari kotoran-kotoran yang tersuspensi dalam air. Pengolahan *raw water* terbagi menjadi tiga tahap:

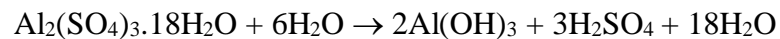
1) Proses koagulasi

Air dari bak penampungan air sungai (BP-1101) dialirkan ke bak pembentukan koagulan, pada bak ini diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- Larutan Alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$)

Bahan kimia ini untuk menggabungkan beberapa molekul melalui penetralan muatan.

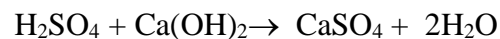
Reaksi yang terjadi :



- Larutan Kapur Tohor ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Bahan ini digunakan untuk menetralkan air yang dihasilkan pada unit pengendapan sehingga memperoleh nilai pH=7.

Reaksi yang terjadi :



- Larutan *Calcium Hypochlorite* ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)

Penambahan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ berfungsi sebagai :

- Desinfektan berfungsi membunuh bakteri yang terdapat dalam air.
- Menghilangkan senyawa nitrogen dalam air, terutama amoniak.
- Mengontrol rasa, bau, dan warna.
- Meminimalkan H_2S .
- Meminimalkan Mn & Fe.
- Mengontrol alga & lumut.

- Sebagai bahan pendukung koagulasi
- Proses Flokulasi

Penambahan bahan kimia ini disertai dengan pengadukan cepat sehingga koagulan-koagulan terbentuk dengan cepat.

2) Proses Flokulasi

Proses flokulasi, yaitu penggabungan flok-flok kecil menjadi flok yang berukuran besar. Proses flokulasi juga bisa dipercepat dengan penambahan zat kimia tertentu (flokulan aid), seperti $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Faktor utama yang mempengaruhi keefektifan koagulasi dan flokulasi air adalah tingkat kekeruhan air, padatan tersuspensi, pH, durasi dan tingkat agitasi selama koagulasi dan flokulasi, serta dosis koagulan.

Pengolahan dengan metode koagulasi-flokulasi dapat menghilangkan padatan tersuspensi sebesar 60-90%, BOD sebesar 40-70%, COD sebesar 30-60%, fosfor sebesar 70-90%, dan bakteri patogen yang menempel pada padatan tersuspensi sebesar 80-90% (U.S. EPA, 1987). Koagulan-koagulan yang terbentuk dialirkan bersama air ke bak pembentukan flok (BP-2102 b). Pada bak ini dilengkapi dengan pengaduk yang berputar dengan lambat sehingga koagulan-koagulan saling bergabung membentuk flok-flok.

3) Proses Sedimentasi

Flok-flok yang terbentuk dialirkan bersama air ke bak sedimentasi (BP-2102 c). Flok-flok ini akan mengendap dengan proses sedimentasi, dimana flok akan terbentuk pada bagian dasar tangki dan air bersih dialirkan pada bagian atas (limpahan). Bak sedimentasi ini dilengkapi dengan *sludge scrapper* yang bertujuan untuk mengangkat lumpur agar lumpur lebih cepat keluar.

c. Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi. Pada pengolahan air, filtrasi digunakan untuk menyaring air hasil dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi sehingga dihasilkan air yang bersih. Air bersih dari bak

pengolahan *raw water* (BP-2102) diteruskan ke *sand filter* (SF-3101), guna memisahkan kotoran-kotoran halus yang masih terdapat dalam air dan menghilangkan bau, rasa dan warna yang masih terdapat pada air tersebut. Penyaring yang digunakan pada *sand filter* (SF-3101) adalah pasir silika, karbon aktif, dan kerikil. Agar media filternya tidak terikut didalam air, maka pada bagian bawah *Sand Fiter* (SF-3101) diberi penyaring. Air yang keluar dari *sand filter* (SF-3101) ditampung pada bak penampungan air bersih (BP-3203). Air bersih ini sebagian digunakan untuk air sanitasi dan sebagian lagi dilakukan demineralisasi untuk mendapatkan air proses.

5.1.2 Air Proses dan Air Umpan Boiler

Air baku yang berasal dari sungai Bontang sebagian digunakan untuk air sanitasi dan sebagian lagi dilakukan demineralisasi untuk mendapatkan air umpan boiler yang diharapkan memiliki spesifikasi sesuai dengan syarat air yang digunakan untuk umpan boiler. Air umpan boiler harus memenuhi standar kualitas, yang dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.4. Persyaratan Air Umpan Boiler

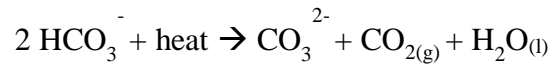
Parameter	Satuan	Pengendalian Batas
pH	Unit	10.5-11.5
Konduktivitas	$\mu\text{mhos/cm}$	5000, max
TDS	Ppm	3500, max
P-Alkalinity	Ppm	-
M-Alkalinity	Ppm	800, max
O-Alkalinity	Ppm	$2.5 \times \text{SiO}_2$, min
Total Hardness	Ppm	-
Silika	Ppm	150,max
Besi	Ppm	2,max
Residu pospat	Ppm	20-50
Residu sulfat	Ppm	20-50
pH kondensat	Unit	8.0-9.0

Sumber: PT.Nalco Indonesia

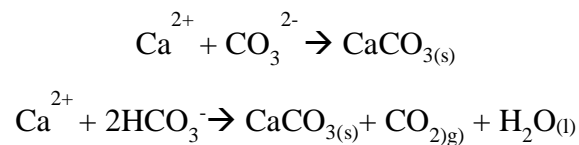
Selain itu air yang digunakan untuk umpan boiler harus bebas dari mineral-mineral atau unsur yang menyebabkan kesadahan air menjadi tinggi. Ion-ion seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan menyebabkan tingginya kesadahan air disamping juga Mn^{2+} dan $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$. Ion-ion penyebab kesadahan ini harus dieliminasi sekecil mungkin sehingga konsentrasinya maksimum 0,05 ppm.

Air umpan boiler dengan tingkat kesadahan yang tinggi dapat menyebabkan pembentukan kerak pada pipa maupun boiler itu sendiri. Kerak ini akan terbentuk

ketika ion-ion seperti Ca^{2+} bereaksi dengan anion yang secara alami terdapat di dalam air, seperti ion bikarbonat (HCO_3^-) yang merupakan hasil reaksi antara CO_2 dengan air pada tekanan atmosfer. Ketika larutan yang mengandung Ca^{2+} dan HCO_3^- dipanaskan, endapan kalsium karbonat akan terbentuk sebagai hasil dari reaksi ion seperti di bawah ini.



Ion karbonat yang dihasilkan kemudian bereaksi dengan ion kalsium menurut persamaan reaksi :



Endapan kalsium karbonat inilah yang akan menempel pada permukaan peralatan sehingga mengurangi efisiensi alat. Pipa yang sudah ditumbuhi kerak ini akan memberikan hambatan gesekan sehingga mengurangi laju alir air. Fenomena terbentuknya kerak ini dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa

Selain itu, boiler dengan permukaan yang dilapisi oleh kerak juga akan mengalami penurunan efisiensi panas seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Kehilangan Efisiensi Termal Akibat Lapisan Kerak pada Boiler

Ketebalan Lapisan Kerak (in)	Kehilangan Efisiensi Termal (%)
1/16	15
1/8	25
1/4	39
3/8	55
1/2	70

Sumber : (Peairs, 2004)

❖ Demineralisasi (*Water Softener*)

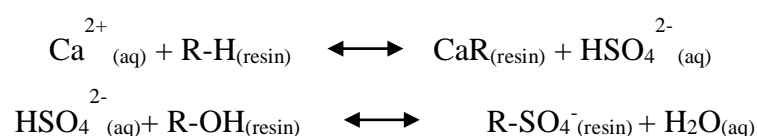
Untuk menanggulangi hal diatas maka diperlukan *pretreatment* atau pengolahan awal terhadap air umpan boiler berupa pelunakan air (*water softening*). Alat yang digunakan untuk menghilangkan kesadahan ini disebut dengan *softener tank* (ST-4101). *Water softener* menggunakan prinsip kerja pertukaran ion. Pada proses ini, air dialirkan melalui unggun resin yang telah dijenuhkan terlebih dahulu dengan mengalirkan larutan *brine* (mengandung ion natrium) melewati unggun. Resin yang digunakan pada pertukaran air bebas mineral dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6.Spesifikasi Resin Kation dan Anion

	Kation	Anion
Jenis resin	Lewatit MonoPlus S 100	Lewatit MP 600 WS
Bentuk	<i>Gel type beads</i>	<i>Macroporous</i>
Volume	250 L	550 L
<i>Ionic form as shipped</i>	Na	Cl
Densitas	1.28g/ml	1.1 g/ml
pH	0-14	0-14
Suhu	120°C	30°C
Regeneran	H ₂ SO ₄ , HCl, NaCl	NaOH
Konsentrasi regeneran	4-6%	2-4%

Sumber: *Lanxess Energizing Chemistry* (2014) dan *Sybron Chemicals Inc*

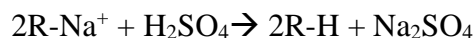
Proses pertukaran ion terjadi ketika ion penyebab kesadahan seperti Ca²⁺ dan Mg²⁺ terikat pada resin dan melepaskan ion Na⁺ ke dalam air menurut persamaan reaksi di bawah ini.



Kation lainnya, seperti ion Cu²⁺, Zn²⁺, Mn²⁺ dan Fe²⁺/Fe³⁺, juga akan dihilangkan dari dalam air melalui proses ini. Air yang keluar selanjutnya ditampung pada *demin water storage tank* (TDW-4201) dan dapat digunakan untuk air proses, air umpan boiler.

Suatu resin penukar ion yang hanya dapat berlangung jika bahan penukar dapat menyediakan hidrogen atau hidroksida untuk menggantikan kation dan anion dari air mentah. Jika suatu kation dan anion tidak mampu lagi menukar, kation dan anion tersebut harus dikembalikan kepada keadaan awal melalui

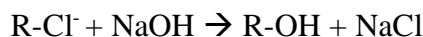
regenerasi. Regenerasi kation dilakukan dengan cara mengganti kembali ion H^+ yang telah jenuh dengan mereaksikannya dengan H_2SO_4 .



Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada proses regenerasi kation yaitu:

- *Backwash*, *backwash* adalah suatu proses yang bertujuan untuk membuang/menghilangkan deposit kotoran yang menempel di resin.
- Pemberian *acid* step 1 yaitu dengan menginjeksikan H_2SO_4 1,75%
- Pemberian *acid* step 2 yaitu dengan menginjeksikan H_2SO_4 3,5%
- Pemberian *acid* step 3 yaitu dengan menginjeksikan H_2SO_4 5,25%
- *Slow rinse* dimaksudkan untuk pembilasan dan pengangkatan kotoran yang telah di proses.
- *Fast rince* sama dengan *slow rinse* hanya saja melakukannya dengan debit air yang besar.

Regenerasi resin penukar anion sama dengan regenerasi kation, jika sudah jenuh maka dapat dikembalikan ke keadaan dengan menggunakan alkali. Soda kaustik dipakai sebagai penukar anion dari basa kuat.



Sama dengan regenerasi pada kation, pada anion juga terdapat beberapa tahapan. Tahap-tahap yang dilakukan pada proses regenerasi anion, yaitu :

- *Backwash*, *backwash* adalah suatu proses yang bertujuan untuk membuang/menghilangkan deposit kotoran yang menempel di resin.
- *Preheat bed*.
- *Caustic injection* yaitu penambahan kaustik dengan cara menginjeksikan $NaOH$ 4%.
- *Slow rinse* dimaksudkan untuk pembilasan dan pengangkatan kotoran yang telah di proses.
- *Fast rince* sama dengan *slow rinse* hanya saja melakukannya dengan debit air yang besar.

Selama proses regenerasi, limbah air yang dihasilkan ditampung pada bak penampung regenerasi (neutral basin) untuk dinetralkan sebelum akhirnya dibuang ke sungai.

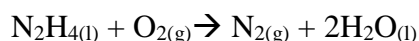
5.2 Unit Penyediaan *Steam*

Unit ini berfungsi memenuhi kebutuhan *steam* pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin. *Steam* dihasilkan oleh boiler dan digunakan untuk keperluan proses.

5.2.1 *Deaerator* (DE-5201)

Selain bebas dari ion-ion penyebab kesadahan, air umpan boiler juga harus bebas dari kandungan gas terlarut, seperti oksigen dan karbon dioksida. Keberadaan oksigen dan karbon dioksida terlarut di dalam air umpan boiler akan memicu terjadinya korosi pada perpipaan, boiler, dan peralatan lainnya.

Pemisahan gas terlarut dari air umpan boiler ini dapat dilakukan dalam suatu alat *deaerator*. Penghilangan oksigen terlarut di dalam air dilakukan dengan penambahan hidrazin (N_2H_4). Hidrazin akan bereaksi dengan oksigen membentuk air dan gas nitrogen, sehingga kandungan oksigen terlarut dalam air berkurang. Reaksi hidrazin dengan oksigen adalah sebagai berikut.



Air umpan boiler disemprotkan melalui *nozzle* dari bagian atas kolom yang terdiri atas *tray-tray*. Dari bagian bawah dialirkan steam dengan arah yang berlawanan dengan arah air umpan (*counterflow*). Kontak antara steam dengan air umpan pada *tray-tray* ini akan menaikkan temperatur air sehingga gas terlarut akan terpisah dan keluar melalui *gas vent*. Sementara itu, air yang bebas dari kandungan gas terlarut akan turun dan masuk ke dalam *storage tank* yang terletak di bagian bawah *deaerator* untuk kemudian dialirkan ke dalam boiler. Temperatur air keluar dari alat ini berkisar antara 102-105 °C. Air keluaran *deaerator* dialirkan ke boiler (B-5301) untuk menghasilkan uap atau steam yang dibutuhkan pada proses pabrik.

5.2.2 *Boiler* (B-5301)

Air umpan boiler yang telah bebas dari kesadahan dan gas terlarut kemudian dialirkan ke dalam *steam boiler*. Jenis boiler yang digunakan adalah *fire tube boiler*. Gas yang telah dipanaskan akan melewati *tube-tube* dan memanaskan air yang ada di sekitar *tube*. Energi panas yang dilepaskan gas diserap oleh air sehingga air mengalami perubahan dari fasa cair menjadi fasa uap (*saturated* atau *superheated steam*). *Steam* yang dihasilkan ini kemudian dikirim ke *plant* untuk

digunakan pada alat *heater*. Kondensat yang dihasilkan kemudian dialirkan ke *deaerator* (DE-5201) kembali. *Steam* yang dihasilkan bersuhu 120°C.

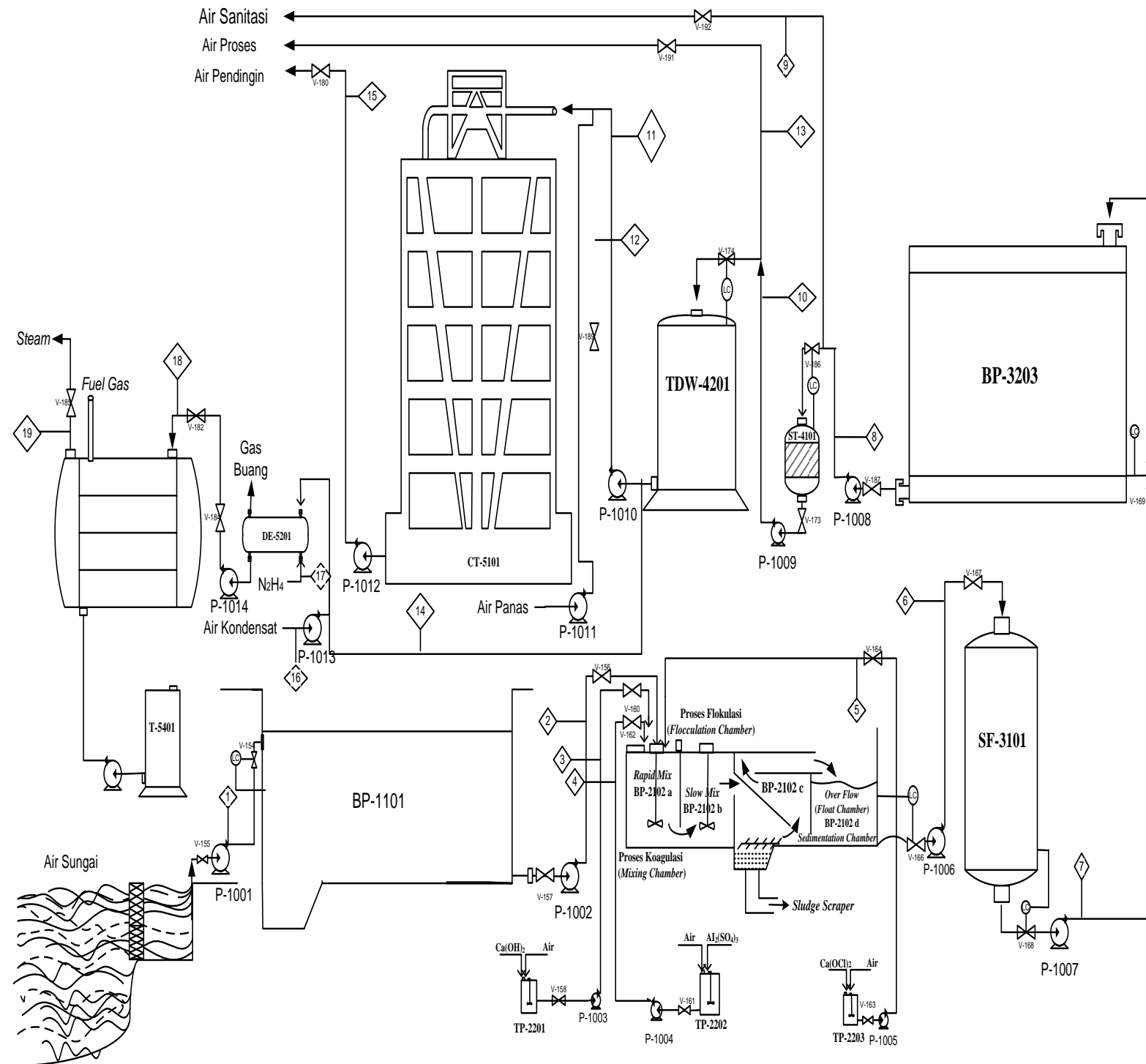
5.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah *Fuel Diesel Oil*.

5.4 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik pada pabrik Urea Formaldehid direncanakan untuk non proses (perumahan, perkantoran, laboratorium, mesjid/musholla, kantin dan lain-lain) dan keperluan proses seperti menggerakkan pompa, penerangan dan peralatan instrumentasi. Sumber penyediaan listrik untuk kebutuhan-kebutuhan tersebut diperoleh dari PT PLN Bontang, Kota Bontang dan sebagai cadangan digunakan genset.

**FLWSHEET UTILITAS PRA RANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID DENGAN KAPASITAS 150.000 TON/
TAHUN**



No.	Kode Alat	Keterangan
1	P-1001 s/d P-1014	Pompa Air
2	BP-1101	Bak Penampungan Air Sungai
3	TP-2201	Tangki Pelarutan Ca(OH)_2
4	TP-2202	Tangki Pelarutan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
5	TP-2203	Tangki Pelarutan Ca(OCl)_2
6	BP-2102	Bak Pengolahan Raw Water
7	SF-3101	Sand Filter
8	BP-3203	Bak Penampungan Air Bersih
9	ST-4101	Softener Tank
10	TDW-4201	Demin Water Storage Tank
11	CT-5101	Cooling Tower
12	DE-5201	Deaerator
13	B-5301	Boiler
14	T-5401	Tangki Bahan Bakar
15	P-1015	Pompa Bahan Bakar

 JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS BUNG HATTA		
		TANDA TANGAN
DIGAMBAR	ARIEF ADI SAPUTRA (1410017411022)	
	RYNO AGUSTRIO AHMAD (1410017411025)	
DIPERIKSA DAN DISETUJUI	Dr. FIRDAUS, S.T, M.T (PEMBIMBING I)	
	ELLYTA SARI, S.T, M.T (PEMBIMBING II)	

BAB VI

SPESIFIKASI PERALATAN

Berdasarkan perhitungan pada Lampiran C diperoleh spesifikasi peralatan pada pra rancangan pabrik *Urea Formaldehid* dari *Urea* dan *Formaldehid* seperti diuraikan di bawah ini.

6.1 Spesifikasi Peralatan Utama

6.1.1 Tangki Penyimpanan (T-111)

Tabel 6.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan *Formaldehid*

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Penyimpanan <i>Formaldehid</i>
Kode	T-1011
Jumlah	1 unit
Fungsi	Tempat penyimpanan <i>Formaldehid</i>
Lama Penyimpanan	7 hari
Sifat bahan	Beracun, tidak volatil, tidak korosif
Fasa bahan yang disimpan	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	Silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel</i> (SA-240), Grade 304 18 Cr-8 Ni
Temperatur	30°C
Kapasitas	1449,64 m ³
Diameter silinder (D)	10,32 m
Tinggi silinder (H _s)	15,5 m
Tinggi <i>ellipsoidal</i> (H _e)	2,6 m
Tinggi total (H _t)	18,01 m
Tebal dinding silinder (t _s)	11,9 mm
Tebal dinding tutup (t _e)	11,9 mm

6.1.2 Pompa ke RVF (P-1021)

Tabel 6.2 Spesifikasi Pompa RVF

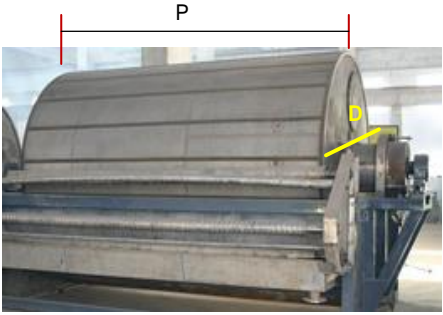
SPESIFIKASI	
Nama	Pompa RVF
Kode	J-221
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan produk dari tangki reaktor ke RVF
Sifat bahan	Tidak Korosif, tidak volatil, tidak reaktif
Fasa bahan yang dialirkan	Slurry
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,4434 ft ³ /s
Ukuran pipa	5 in sch 40
OD	5,5630 in
ID	5,0470 in
Daya	0,96 HP

Kode Alat	Keterangan	Daya (HP)
J-121	Pompa dari tangki formalin	0,57

6.1.3 Rotary Vacum Filter(RVF-2101)

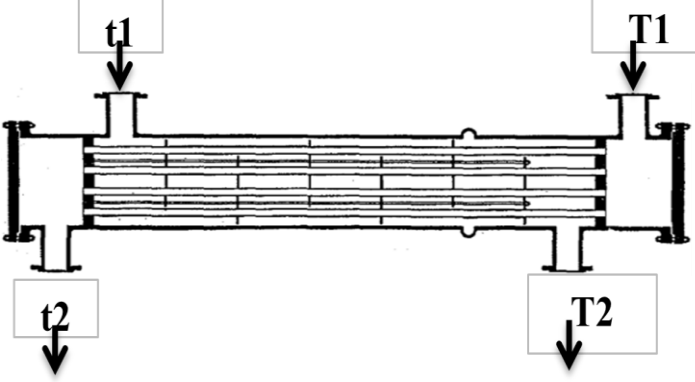
Tabel 6.3 Spesifikasi Rotary Vacum Filter

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Rotary Vacum Filter</i>
Kode	RVF-2101
Jumlah	1 unit
Fungsi	Memisahkan urea formaldehid
Sifat bahan	Tidak korosif, tidak volatil
Fasa bahan	Slurry
DATA DESIGN	
Tipe	<i>Continuous drum vacum filter</i>

Gambar	
Temperatur Tekanan Luas penampang filter, A Diameter Panjang Volume RVF Daya motor filter Bahan Konstruksi	30°C 0,11 atm 20,79 m ² 2,44 m 2,74 m 12,8135 m ³ 2,19 HP <i>Stainless steel (SA-240), Grade 304, 18 Cr-8Ni</i>

6.1.4 Condensor (E-141)

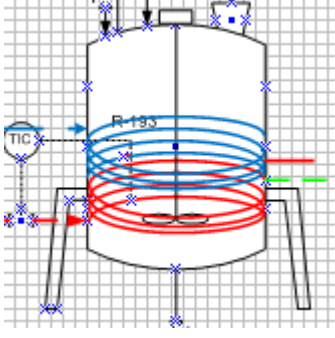
Tabel 6.4 Spesifikasi Condensor

SPESIFIKASI		
Nama Kode Jumlah Fungsi Sifat bahan Fasa bahan	<i>Condensor</i> CD-4082 1 unit Tempat untuk mendinginkan produk dari 100 °C ke 30°C Tidak korosif dan tidak volatil Cairan	
DATA DESIGN		
Tipe	<i>Double Pipe</i>	
Gambar		
Parameter	<i>Anulus (Fluida Panas)</i>	<i>Inner Pipe (Fluida dingin)</i>
Diameter dalam (ID) Pressure drop (ΔP)	3,068 in 5,4291 Psi	2,067 in 3,74 Psi

<i>Dirt Factor (Rd)</i>	0,002 Btu/hr.ft ² .°F
Bahan konstruksi	<i>Hight Alloy Steels (SA-240 Grade 304, 18 Cr-8 Ni)</i>

6.1.5 Reaktor CSTR

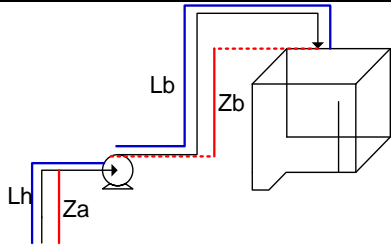
Tabel 6.5 Spesifikasi Reaktor CSTR (R-2041)

SPESIFIKASI	
Nama	Reaktor CSTR
Kode	R-251-253
Jumlah	3 unit
Fungsi	Tempat reaksi pembentukan Urea Fomaldehid
Sifatbahan	Tidak korosif, volatile dan reaktif
Fasa	Liquid/Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	Silinder vertikal dengan alas dan tutup <i>elipsoidal</i>
Temperatur	100 °C
Diameter reaktor (Dt)	3,378 m
Tinggi silinder (Hs)	3,378 m
Tinggi alas (He)	0,844 m
Tinggi tutup (He)	0,844 m
Tebal dinding silinder (ts)	4,317 mm
Tebal dinding alas (te)	4,317 mm
Tebal dinding tutup (te)	4,317 mm
Diameter pengaduk (Da)	1,126 m
Panjang daun pengaduk (L)	0,281 m
Lebar daun pengaduk (W)	0,225 m
Tinggi pengaduk dari dasar tangki (E)	0,375m
Lebar <i>baffle</i> (J)	0,563 m
Kecepatan putar pengaduk	2,73 rps
Kapasitas	40,36 m ³
Daya Pengadukan	42 HP
Diameter coil (D _c)	0,11 m
Tinggi coil (H _c)	0,50 m
Panjang coil (L _c)	194 m
Jumlah Lilitan coil (Nt)	20,1 (coil pemanas) , 4,1(coil pendingin)
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>

6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas

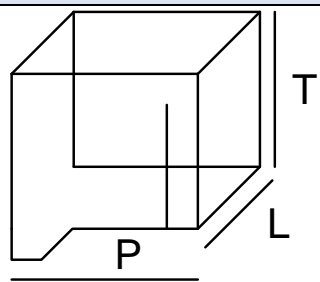
6.2.1 Pompa Air Sungai

Tabel 6.6 Spesifikasi Pompa Air Sungai

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa Air Sungai
Kode	P-1001
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan air sungai ke bak penampungan
Sifatbahan	Tidak korosif, <i>volatile</i> dan reaktif
Fasabahan	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	12 in sch40
Daya	0,0553HP
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

6.2.2 Bak Penampung Air Sungai

Tabel 6.7 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai

SPESIFIKASI	
Nama	Bak Penampung Air Sungai
Kode	BP-1101
Jumlah	1 unit
Fungsi	Menampung air sungai sebelum diolah menjadi air bersih
Sifatbahan	Tidak korosif, <i>volatile</i> dan reaktif
Fasabahan	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	Persegi Panjang
Panjang	10,0075 m
Lebar	6,67 m
Tinggi	3,335 m
Bahan Konstruksi	Beton bertulang

6.2.3 Pompa Ke Unit Raw Water

Tabel 6.8 Spesifikasi Pompa Bak Penampung

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa Raw Water
Kode	P-1002
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan air dari bak penampungan ke unit pengolahan raw water
Sifat bahan	Tidak korosif, volatil dan reaktif
Fasa bahan	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	Centrifugal pump
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	6 in sch 40
Daya	0,2893HP
Bahan Konstruksi	Commercial steel pipe

6.2.4 Tangki Pelarutan Alum

Tabel 6.9 Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Pelarutan Alum
Kode	T-2202
Jumlah	1 unit
Fungsi	Tempat melarutkan alum
Sifat bahan	Korosif
Fasa	Padat
DATA DESIGN	
Tipe	Silinder vertikal alas datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Laju alir volumetrik	16,70 m ³ /jam
Volume tangki	153,981L
Kecepatan putar pengaduk	4,227 rps
Daya Pengadukan	0,037HP
Bahan Konstruksi	Carbon Steel

6.2.5 Pompa Larutan Alum

Tabel 6.10 Spesifikasi Pompa Larutan Alum

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa Larutan Alum
Kode	P-1005
Jumlah	1 unit

Fungsi	Mengalirkan larutan alum masuk ke unit pengolahan <i>raw water</i>
Sifatbahan	Korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	6 in sch 40
Daya	0,2007HP
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

6.2.6 Tangki Pelarutan Kapur Tohor

Tabel 6.11 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Pelarutan Kapur Tohor
Kode	T-2201
Jumlah	1 unit
Fungsi	Tempat melarutkan kapur tohor
Sifatbahan	Reaktif terhadap asam
Fasa	Padat
DATA DESIGN	
Tipe	Silinder vertical alas datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Laju alir volumetrik	16704,2m ³ /jam
Volume Tangki	0,003 m ³
Kecepatan putar pengaduk	1,4649 rps
Daya Pengadukan	0,00012 HP
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>

6.2.7 Tangki Pelarutan Kaporit

Tabel 6.12 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Pelarutan Kaporit
Kode	T-2203

Jumlah	1 unit
Fungsi	Tempat melarutkan kaporit
Sifatbahan	korosif
Fasa	Padat
DATA DESIGN	
Tipe	Silinder vertikal alas datar dan tutup <i>ellipsiodal</i>
Laju alir volumetrik	16.704,2 ltr/hari
Volume tangki	0,15 m ³
Daya Pengadukan	0,618rps
Daya	0,5HP
BahanKonstruksi	<i>Carbon Steel</i>

6.2.8 Pompa Larutan Kaporit

Tabel 6.13 Spesifikasi Pompa Larutan Kaporit

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa Larutan Kaporit
Kode	P-1003
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan larutan kaporit ke unit pengolahan raw water
Sifatbahan	Korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	6 in sch 40
Daya	0,2018 HP
BahanKonstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

6.2.9 Unit Pengolahan Raw Water

Tabel 6.14 Spesifikasi Unit Pengolahan Raw Water

SPESIFIKASI	
Nama	Unit Pengolahan Raw Water

Kode	BP-2102
Jumlah	1 unit
Fungsi	Tempat pencampuran, pembentukan dan pengendapan flok-flok yang terkandung dalam air
Sifatbahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	Persegi panjang
Panjang total	6,9481 m
Lebar	1,74 m
Tinggi	1,74 m
Panjangbakpencampur	1,389 m
Dayapengadukbakpencampur	0,1093 HP
Panjangbakflokulasi	1,389 m
Dayapengadukbakflokulasi	0,1093 HP
Panjangbaksedimentasi	
Panjangbakpenampung	2,08 m
BahanKonstruksi	2,08 m
	Betonbertulang

6.2.10 Pompa Ke Sand Filter

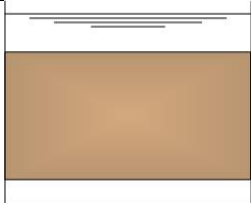
Tabel 6.15 Spesifikasi Pompa Dari Unit Pengolahan Raw Water

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa Dari Unit Pengolahan Raw Water
Kode	P-1007
Jumlah	2 unit
Fungsi	Mengalirkan air hasil pengolahan raw water ke sand filter
Sifatbahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	

Laju alir volumetrik	<i>Centrifugal pump</i>
Ukuran pipa	0,1974 ft ³ /dt
Daya	6 in sch40
Bahan Konstruksi	0,2317 Hp <i>Commercial steel pipe</i>

6.2.11 Sand Filter

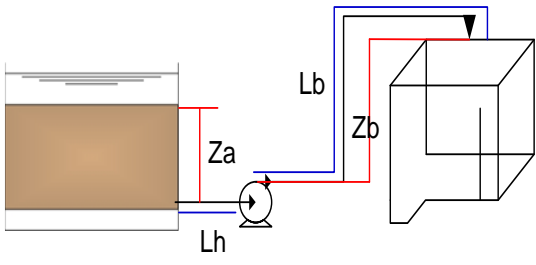
Tabel 6.16 Spesifikasi *Sand Filter*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Sand Filter</i>
Kode	SF-3101
Jumlah	2 unit
Fungsi	Menyaring sisa-sisa flok dalam air dari bak penampung berpelampung
Sifat bahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	Persegi panjang
Panjang	2,97 m
Lebar	1,98 m
Tinggi	2,97 m
Bahan Konstruksi	Beton bertulang

6.2.12 Pompa Ke Bak Penampungan Air Bersih

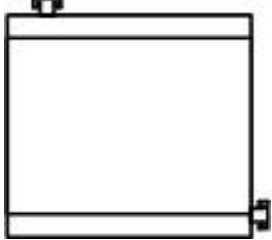
Tabel 6.17 Spesifikasi Pompa Air Bersih

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa Air Bersih
Kode	P-1008
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan air hasil penyaringan ke bak penampungan air bersih
Sifat bahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	

Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	6 in sch40
Daya	0,0678HP
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

6.2.13 Bak Penampungan Air Bersih

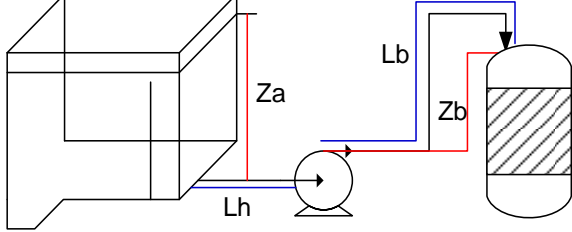
Tabel 6.18 Spesifikasi Bak Penampungan Air Bersih

SPESIFIKASI	
Nama	Bak Penampungan Air Bersih
Kode	BP-3203
Jumlah	2 unit
Fungsi	Menampung air bersih hasil penyaringan dari <i>sand filter</i>
Sifat bahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	Persegipanjang
Panjang	10,02 m
Lebar	6,68 m
Tinggi	3,34 m
Bahan Konstruksi	Beton bertulang

6.2.14 Pompa Ke Softener Tank


Tabel 6.19 Spesifikasi Pompa Ke Softener Tank

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa <i>Softener Tank</i>
Kode	P-1009
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan air dari bak penampungan air bersih

Sifatbahan Fasa	masuk ke <i>Softener Tank</i> Tidakkorosif Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	6 in sch 40
Daya	0,7614 Hp
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

6.2.15 *Softener Tank*

Tabel 6.20 Spesifikasi *Softener Tank*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Softener Tank</i>
Kode Alat	ST-4101
Jumlah	2 unit
Fungsi	Menghilangkan kandungan ion-ion di dalam air
Sifatbahan	Tidakkorosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	FST-50000
Laju Alir	16.118,9924 kg/jam
Ukuran Pipa	3 in
Volume resin kation	66 ft ³
Volume resin anion	72 ft ³
Tinggi	5 m
Lebar	8 m

6.2.16 Pompa Ke Tangki Air Demin

Tabel 6.21 Spesifikasi Pompa ke tangki air demin

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa ke tangki air demin

Kode	P-1010
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan air dari <i>softener tank</i> ke tangki air demin
Sifat bahan	Tidak korosif
Fasa	cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	6 in sch 40
Daya	0,2856 Hp
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

6.2.17 Tangki Air Demin

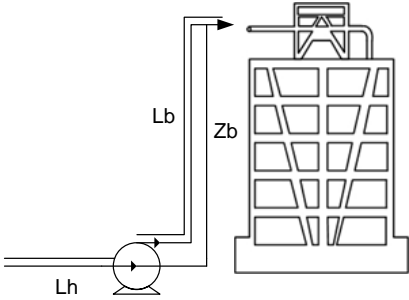
Tabel 6.22 Spesifikasi Tangki Air Demin

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Air Demin
Kode	TDW-4201
Jumlah	1 unit
Fungsi	Tempat penyimpanan air bersih bebas mineral
Sifat bahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	Silinder vertical alas datar dan tutup <i>dished</i>
Diameter tangki (Dt)	1,57 m
Tinggi tangki (Ht)	2,21 m
Tebal silinder (ts)	0,0016 m
Tebal tutup (te)	

Kapasitas	0,0016 m
BahanKonstruksi	4,0297 m ³ <i>Stainless steel</i>

6.2.18 Pompa Masuk *Cooling Tower*

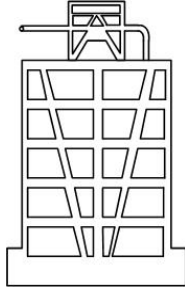
Tabel 6.23 Spesifikasi Pompa Masuk *Cooling Tower*

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa Masuk <i>Cooling Tower</i>
Kode	P-1012
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan air daritangki air demin masuk ke <i>cooling tower</i>
Sifatbahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	6 in sch 40
Daya	2,7526 Hp
BahanKonstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

6.2.19 *Cooling Tower*

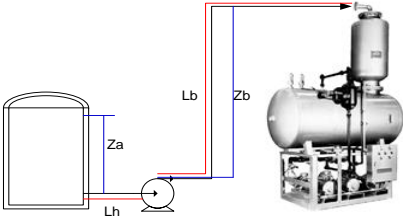
Tabel 6.24 Spesifikasi *Cooling Tower*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Cooling Tower</i>
Kode	CT-5101
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mendinginkan air sirkulasi yang telah dipakai untuk pendinginan
Sifatbahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	

Gambar	
Tipe	<i>Induced draft cooling tower</i>
Diameter tower	42,9 ft
Tinggi tower	64,38 ft
Luas tower	216,69 ft ²
Daya fan	8 HP

6.2.20 Pompa Deaerator


Tabel 6.25 Spesifikasi Pompa Deaerator

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa <i>Deaerator</i>
Kode	P-1013
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan air demin ke <i>deaerator</i>
Sifat bahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	6 in sch40
Daya	0,419 HP
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

6.2.21 Deaerator

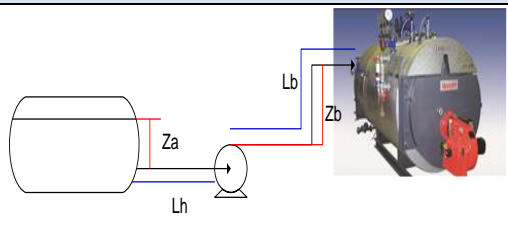
Tabel 6.26 Spesifikasi Deaerator

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Deaerator</i>
Kode	DE-5201
Jumlah	1 unit
Fungsi	Menghilangkan gas terlarut dalam air umpan <i>boiler</i>
Sifat bahan	

Fasa	Tidak korosif Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Duo-tank deaerator</i>
Panjang tangki	3,538 m
Diameter	1,2192 m
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>

6.2.22 Pompa masuk boiler


Tabel 6.27 Spesifikasi Pompa Dari Deaerator

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa masuk boiler
Kode	P-1014
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan air umpan boiler dari deaerator masuk ke boiler
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Laju alir volumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuran pipa	6 in sch 40
Daya	1,1037 HP
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

6.2.23 Boiler

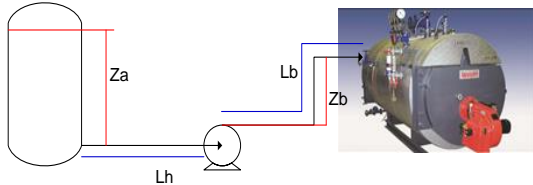
Tabel 6.28 Spesifikasi Boiler

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Boiler</i>
Kode	B-5301
Jumlah	1 unit
Fungsi	Menghasilkan steam
Sifat bahan	Tidak korosif

Fasabahan	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Fire-tube boiler</i>
Panjang	7,92 m
Lebar	3,6 m
Tinggi	5,24 m
Tekananoperasi	10 bar
Daya	21HP
BahanKonstruksi	<i>Carbon Steel</i>

6.2.24 Pompa Bahan Bakar Masuk *Boiler*

Tabel 6.29 Spesifikasi Pompa Bahan Bakar Masuk *Boiler*

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa Bahan Bakar Masuk <i>Boiler</i>
Kode	P-1015
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mengalirkan bahan bakar masuk ke <i>boiler</i>
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Lajualirvolumetrik	0,1802 ft ³ /dt
Ukuranpipa	6 in sch 40
Daya	1,1037
BahanKonstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>

BAB VII

TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)

Susunan peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan alir proses merupakan syarat penting dalam memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik atau desain secara terperinci pada masa mendatang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, tata letak peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberi informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat, sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pabrik didirikan.

7.1 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk. Tata letak suatu pabrik memainkan peranan yang penting dalam menentukan biaya produksi serta efisiensi dan keselamatan kerja. Oleh karena itu tata letak pabrik harus disusun secara cermat untuk menghindari kesulitan dikemudian hari.

Suatu rancangan pabrik yang rasional mencakup penyusunan area proses, *storage* (persediaan) dan area pemindahan/area alternatif (area *handling*) pada posisi yang efisien dan dengan melihat faktor-faktor sebagai berikut (*Timmerlaus*, 2004) :

- a. Urutan proses produksi dan kemudahan aksesibilitas operasi, jika suatu produk perlu diolah lebih lanjut maka pada unit berikutnya disusun berurutan sehingga sistem perpipaan dan penyusunan letak pompa lebih sederhana.
- b. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang telah ada sebelumnya.
- c. Distribusi ekonomis dari fasilitas logistik (bahan baku dan bahan pelengkap), fasilitas utilitas (pengadaan air, *steam*, tenaga listrik dan bahan

bakar), bengkel untuk pemeliharaan/perbaikan alat serta peralatan pendukung lainnya.

- d. Bangunan menyangkut luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- e. Pertimbangan kesehatan, keamanan dan keselamatan seperti kemungkinan kebakaran/ peledakan.
- f. Masalah pembuangan limbah.
- g. Alat-alat yang dibersihkan/dilepas pada saat *shut down* harus disediakan ruang yang cukup sehingga tidak mengganggu peralatan lainnya.
- h. Pemeliharaan dan perbaikan.
- i. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik harus dipertimbangkan dengan kemungkinan dari perubahan proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
- j. *Service area* seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Penyusunan tata letak peralatan proses, tata letak bangunan dan lain-lain akan berpengaruh secara langsung pada investasi modal, biaya produksi, efisiensi kerja dan keselamatan kerja. Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan seperti :

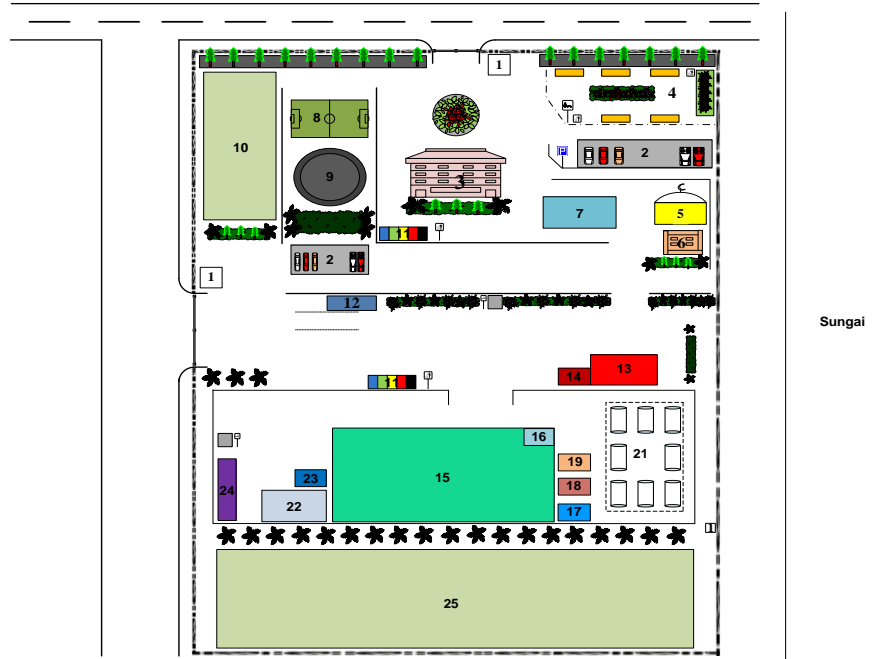
1. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produk sehingga memudahkan proses material *handling*.
2. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak.
3. Menurunkan ongkos produksi.
4. Meningkatkan keselamatan kerja.
5. Mengefisienkan kerja semaksimal mungkin.
6. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

Pabrik *Urea formaldehid* dari *urea* dan *formalin* ini direncanakan berdiri di Kabupaten Bontang Kalimantan Timur dengan luas area 4 Ha dengan perincian sebagai berikut :

- Area Pabrik : 1 Ha
- Area Perumahan : 0,5 Ha

- Area Perkantoran : 0,5 Ha
- Area Perluasan : 2 Ha

Tata letak lingkungan pabrik dan tata peralatan pabrik dapat dilihat pada Gambar 7.1 dan 7.2



Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik *Urea formaldehid* dari *urea* dan *formalin*

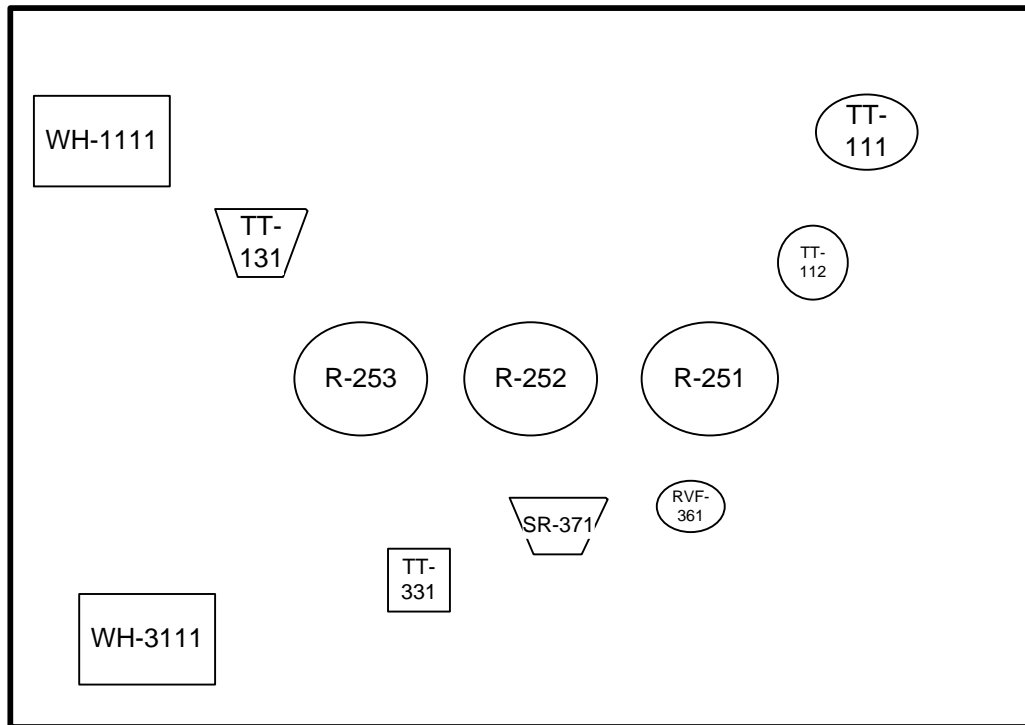
Keterangan Gambar:

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Pos Satpam | 15. Area Pabrik |
| 2. Area Parkir | 16. <i>Control Room</i> |
| 3. Kantor Pusat | 17. Laboratorium |
| 4. Taman | 18. Bengkel |
| 5. Masjid | 19. <i>Maintenance Room</i> |
| 6. Kantin | 21. Area Utilitas |
| 7. Poliklinik | 22. Pengolahan Limbah |
| 8. Lapangan Sepak Bola | 23. <i>Cleaning Service Room/ Gudang</i> |
| 9. GOR | 24. <i>Toilet</i> |
| 10. Perumahan Karyawan | 25. Area Perluasan Lahan |
| 11. Tempat Sampah | |
| 12. <i>Security Office</i> | |

13. Kantor Pemadam Kebakaran

14. Ruang K3

**TATA LETAK PERALATAN PABRIK UREA
FORMALDEHID DARI UREA DAN FORMALDEHID**



Gambar 7.2 Tata letak peralatan pabrik *Urea formaldehid* dari *Urea* dan *formaldehid*

Tabel 7.1 Keterangan Peralatan Pabrik

No.	Nama Alat	Kode Alat
1.	WareHouse (Bahan baku)	WH-1111
2.	Tangki Bahan baku	TT-111
3.	Reaktor	R-251 s/d 253
4.	Silo	TT-131 dan 331
5.	RVF	RVF-361
6.	Crusser	SR-371
7.	Tangki Asam Sulfat	TT-112
8.	Ware House (Produk)	WH-3111

7.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup

Suatu usaha perencanaan dalam pengaturan peralatan pabrik sehingga seluruh karyawan, masyarakat sekitar dan lingkungan terhindar dari bahaya yang ditimbulkan oleh pabrik.

Dalam melaksanakan pekerjaan setiap karyawan perlu disiplin untuk menghindari bahaya yang mungkin terjadi. Dengan adanya keselamatan kerja suatu pabrik, berarti ada usaha untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, bebas dari kecelakaan, kehancuran dan kebocoran. Selain bahaya yang bersumber dari dalam pabrik, bahaya juga dapat berasal dari luar pabrik, seperti angin, gempa dan petir.

Usaha – usaha yang perlu diperhatikan untuk menanggulangi bahaya – bahaya yang mungkin terjadi adalah sebagai berikut :

1. Tangki dipilih yang tahan tekan, tahan korosi dan dilengkapi dengan *manhole* dan *handhole* untuk pemeriksaan dan pemeliharaan.
2. Memakai jaket untuk mencegah kebocoran pada suatu sistem pemipaan.
3. Pipa – pipa yang dialiri fluida panas dan beracun diberi warna kontras dan dipasang jauh dari tempat karyawan lewat.
4. Lampu – lampu penerangan pada pabrik harus dipasang memadai.
5. Kabel – kabel listrik pada daerah suatu proses diberi isolasi khusus yang tahan terhadap panas.
6. Bangunan – bangunan yang tinggi harus diberi penangkal petir.
7. Ventilasi udara untuk laboratorium dan ruang penyimpanan bahan kimia harus cukup, agar sirkulasi udara baik.
8. Sistem pemadaman kebakaran disesuaikan dengan jenis proses.
9. Pengontrolan harus diadakan secara periodik untuk semua peralatan dan instalasi pabrik.

7.2.1 Sebab – Sebab Terjadinya Kecelakaan

Secara umum sebab terjadinya kecelakaan sebagai berikut :

1. Lingkungan fisik

Lingkungan fisik meliputi mesin, peralatan, bahan produksi, lingkungan kerja, penerangan dan lain – lain.

Kecelakaan terjadi akibat :

- Kesalahan perencanaan.
- Rusaknya peralatan.
- Kesalahan waktu pembelian.
- Terjadi ledakan karena kondisi operasi yang tidak terkontrol.
- Penyusunan peralatan dan bahan produksi yang kurang tepat.

2. Manusia (karyawan)

Kecelakaan yang disebabkan oleh manusia (karyawan) antara lain :

- Kurangnya pengetahuan dan keterampilan karyawan.
- Ketidakcocokan karyawan dengan peralatan proses atau lingkungan kerja.
- Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran karyawan akan keselamatan kerja.
- Ketidakmampuan fisik, mental serta faktor bakat lainnya.

3. Sistem manajemen

Adapun kecelakaan yang disebabkan oleh sistem manajemen adalah :

- Kurangnya perhatian terhadap keselamatan kerja.
- Kurangnya penerapan prosedur kerja dengan baik.
- Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan pabrik dan modifikasi pabrik.
- Tidak mengadakan inspeksi peralatan.
- Kurang perhatian pada sistem penganggulangan bahaya.

7.2.2 Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja

Untuk meningkatkan keselamatan kerja yang harus diperhatikan dahulu adalah perkiraan-perkiraan di daerah mana yang paling rawan dengan kecelakaan. Kemudian mengetahui jenis kecelakaan apa saja yang dapat terjadi.

Dilokasi pabrik *ureaformaldehyd* ini kemungkinan jenis kecelakaan yang terjadi adalah :

1. Kecelakaan karena ledakan dan kebakaran dapat terjadi terutama di area proses dan utilitas. Hal – hal yang perlu diperhatikan:
 - Cara pemasangan peralatan proses pabrik.

- Kondisi operasi yang terjadi pada masing – masing alat.
 - Pemeriksaan terhadap peralatan hendaknya dilakukan secara rutin.
 - Menyediakan alat pemadam kebakaran serta alat penyelamatan yang baru.
2. Kecelakaan secara fisik

Kecelakaan ini terjadi karena :

➤ Benturan

Pencegahan dapat dilakukan dengan :

- Memberi pagar pembatas pada peralatan yang bergerak.
- Mewajibkan setiap karyawan memakai helm dan sepatu pengaman apabila masuk ke lokasi pabrik.

7.2.3 Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) merupakan kelengkapan yang wajib digunakan saat bekerja sesuai bahaya dan risiko kerja untuk menjaga keselamatan pekerja itu sendiri dan orang di sekelilingnya. Kewajiban itu sudah disepakati oleh pemerintah melalui Departemen Tenaga Kerja Republik Indonesia.

Semua jenis APD harus digunakan sebagaimana mestinya, gunakan pedoman yang benar-benar sesuai dengan standar keselamatan kerja (K3L 'Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan').

Hukum yang mendasari adalah:

1. Undang-undang No.1 tahun 1970.
 - a) Pasal 3 ayat (1) butir f: Dengan peraturan perundangan ditetapkan syarat-syarat untuk memberikan APD
 - b) Pasal 9 ayat (1) butir c: Pengurus diwajibkan menunjukkan dan menjelaskan pada tiap tenaga kerja baru tentang APD.
 - c) Pasal 12 butir b: Dengan peraturan perundangan diatur kewajiban dan atau hak tenaga kerja untuk memakai APD.
2. Permenakertrans No.Per.01/MEN/1981

Pasal 4 ayat (3) menyebutkan kewajiban pengurus menyediakan alat pelindung diri dan wajib bagi tenaga kerja untuk menggunakannya untuk pencegahan penyakit akibat kerja.

3. Permenakertrans No.Per.03/MEN/1982

Pasal 2 butir I menyebutkan memberikan nasehat mengenai perencanaan dan pembuatan tempat kerja, pemilihan alat pelindung diri yang diperlukan dan gizi serta penyelenggaraan makanan ditempat kerja

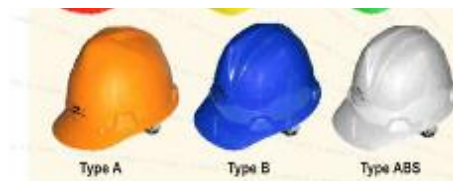
4. Permenakertrans No.Per.03/Men/1986

Pasal 2 ayat (2) menyebutkan tenaga kerja yang mengelola Pestisida harus memakai alat-alat pelindung diri yang berupa pakaian kerja, sepatu laras tinggi, sarung tangan, kacamata pelindung atau pelindung muka dan pelindung pernafasan.

7.2.4 Macam-Macam Alat Pelindung Diri

1. *Safety Helmet*

Safety helmet merupakan alat pelindung kepala yang melindungi kepala dari benda-benda yang bisa mengenai kepala secara langsung.



Gambar 7.3*Safety Helmet*

2. Tali Keselamatan (*safety belt*)

Berfungsi sebagai alat pengaman ketika menggunakan alat transportasi ataupun peralatan lain yang serupa (mobil, pesawat, alat berat, dan lain-lain). Sehingga saat kita terjatuh, ada tali pengaman yang menyangga tubuh kita.



Gambar 7.4*Safety Belt*

3. Sepatu Karet (*Boot*)

Berfungsi sebagai alat pengaman saat bekerja di tempat yang becek ataupun berlumpur. Kebanyakan dilapisi dengan metal untuk melindungi kaki dari benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia, dsb.



Gambar 7.5*Boot*

4. Sepatu Keselamatan (*Safety Shoes*)

Seperti sepatu biasa, tapi dari bahan kulit dilapisi metal dengan sol dari karet tebal dan kuat. Berfungsi untuk mencegah kecelakaan fatal yang menimpa kaki karena tertimpa benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia, dsb.



Gambar 7.6*Safety Shoes*

5. Sarung Tangan (*Gloves*)

Berfungsi sebagai alat pelindung tangan pada saat bekerja di tempat atau situasi yang dapat mengakibatkan cedera tangan. Bahan dan bentuk sarung tangan disesuaikan dengan fungsi masing-masing pekerjaan.



Gambar 7.7*Safety Gloves*

6. Penutup Telinga (*Ear Plug / Ear Muff*)

Berfungsi sebagai pelindung telinga pada saat bekerja di tempat yang bising. Sumbat Telinga Sumbat telinga yang baik adalah menahan frekuensi tertentu saja, sedangkan frekuensi untuk bicara biasanya (komunikasi) tak terganggu.



Gambar 7.8*Ear Plug*

7. Kaca Mata Pelindung (*Safety Glasses*)

Berfungsi sebagai pelindung mata ketika bekerja (misalnya mengelas) agar tidak terkena benda-benda.



Gambar 7.9*Safety Glasses*

8. Masker (*Respirator*)

Berfungsi sebagai penyaring udara yang dihirup saat bekerja di tempat dengan kualitas udara buruk (misal berdebu, beracun, dsb).



Gambar 7.10*Respirator*

9. Pelindung wajah (*Face Shield*)

Berfungsi sebagai pelindung wajah dari percikan benda asing saat bekerja (misal pekerjaan menggerinda).



Gambar 7.11*Face Shield*

10. Jas Hujan (*Rain Coat*)

Berfungsi melindungi dari percikan air saat bekerja (misal bekerja pada waktu hujan atau sedang mencuci alat).



Gambar 7.12*Rain Coat*

BAB VIII

ORGANISASI PERUSAHAAN

Organisasi perusahaan adalah suatu proses yang menjadi tempat orang-orang berinteraksi untuk mencapai tujuan perusahaan. Organisasi merupakan hal yang penting untuk perusahaan, hal ini menyangkut keberhasilan dan efektivitas dalam peningkatan pendapatan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang dihasilkan.

8.1. Bentuk Perusahaan

Pada Pra Rancangan Pabrik *Urea formaldehid* dari *Urea* dan *Formalin* ini, bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT). Pemilihan ini didasarkan atas pertimbangan sebagai berikut:

- a. Perseroan Terbatas adalah suatu badan hukum, artinya pemegang saham adalah pemilik dari perusahaan dan kekuasaan tertinggi pada rapat pemegang saham.
- b. Tanggung jawab dan wewenang pemegang saham terbatas karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi dipegang oleh pimpinan perusahaan, sehingga pembagian hak dan wewenang antara pemegang saham dengan pelaksanaan perusahaan terlihat dengan jelas.
- c. Direktur perusahaan adalah orang yang dipandang mampu mengendalikan perusahaan sehingga diharapkan mampu mendapatkan keuntungan yang maksimal.
- d. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- e. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya salah satu pemegang saham, direksi beserta stafnya serta karyawan perusahaan.
- f. Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

8.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi akan menentukan kelancaran aktivitas perusahaan dalam pencapaian keuntungan yang maksimal dan perkembangan perusahaan yang baik. Dalam pengelolaan perusahaan direncanakan memakai sistem *Line and staff organization*. Pemilihan sistem ini didasarkan atas beberapa azas yang akan dijadikan pedoman, antara lain :

- Pembagian tugas dan wewenang yang jelas.
- Sistem *control* atas kerja yang telah dilaksanakan.
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab.

Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis, dimana :

- Pimpinan yang terpusat pada satu tangan tidak akan menyebabkan timbulnya kesimpangsiuran dalam menjalankan tugas (adanya kesatuan komando).
- Kepala bagian merupakan orang yang ahli di bidangnya.
- Keputusan dapat dijalankan dengan cepat.

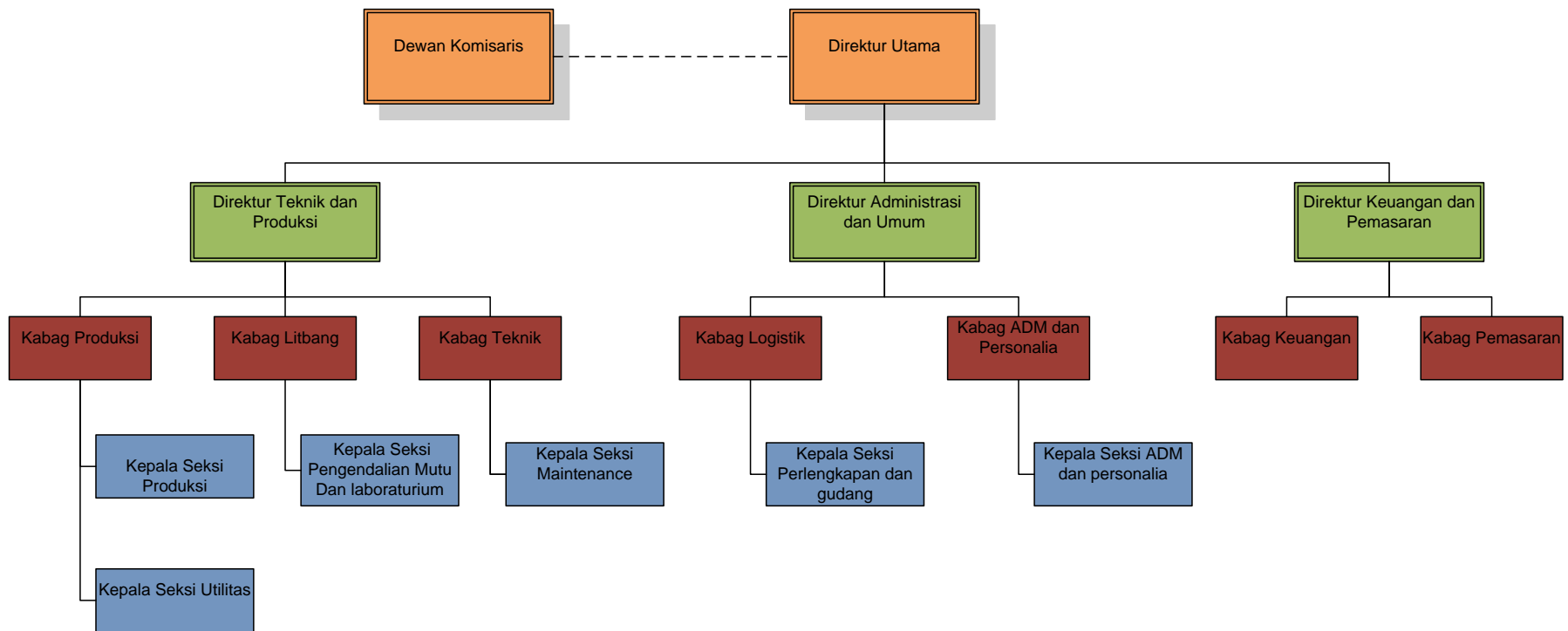
Ada dua kelompok penting yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line and staff*, yaitu :

- Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok operasional produksi.
- Sebagai *staff* yaitu orang-orang yang membantu tugas dari para Dewan Direksi dan Kepala Bagian.

Perusahaan dipimpin oleh seorang direktur utama yang dibantu oleh direksi. Dalam kegiatan operasionalnya direksi dibantu oleh *staff* dan kepala departemen. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris yang merupakan wakil dari pemegang saham mayoritas sebagai badan tertinggi yang berkewajiban menentukan kebijaksanaan umum dan mengawasi jalan perusahaan.

8.3. Tugas dan Wewenang

Pembagian tugas dan wewenang merupakan hal yang sangat penting dalam suatu kegiatan guna kelancaran operasi perusahaan. Adapun tugas dan wewenang tiap jabatan dapat dilihat pada Gambar 8.1:



Gambar. 8.1 Struktur Organisasi

8.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Para pemilik saham sebagai pemilik perusahaan mempunyai kekuasaan tertinggi. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUSP). Rapat umum tersebut mempunyai wewenang:

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b. Menentukan gaji dari Dewan Komisaris
- c. Menyerahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.
- d. Evaluasi kinerja perusahaan

8.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris selaku pimpinan tertinggi yang diangkat oleh rapat pemegang saham untuk masa jabatan tertentu mempunyai tugas dan wewenang :

- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan sesuai dengan kebijaksanaan pemerintah.
- Menilai dan menyetujui rencana direktur, target laba perusahaan, lokasi sumber-sumber dana dan penyerahan pemasaran.
- Mengawasi tugas-tugas direktur dan membantunya dalam hal yang penting.
- Sebagai wakil pemilik saham, dewan ini bertanggung jawab langsung kepada pemilik saham.

8.3.3. Direktur Utama

Direktur utama membawahi kepala bagian. Tugas dan wewenang direktur utama, yaitu:

- Melaksanakan kebijakan dewan komisaris
- Menyusun target laba perusahaan, lokasi sumber-sumber dana dan penyerahan pemasaran.
- Membuat keputusan serta membuat perjanjian kerjasama dan kontrak kerja dengan pihak luar organisasi.

- Menetapkan kebijakan umum dalam perencanaan dan pelaksanaan program perusahaan.
- Memberikan laporan kegiatan kepada dewan komisaris

8.3.4. Direktur Umum

Direktur umum bertanggung jawab kepada direktur utama dan membawahi masing-masing kepala bagian. Direktur umum ini terdiri atas direktur teknik dan produksi, direktur administrasi dan umum, serta direktur keuangan dan pemasaran.

Tugas dan wewenang direktur umum yaitu :

- Melaksanakan tugas khusus yang diberikan oleh pimpinan dan melakukan pengawasan terhadap tugas-tugas yang diberikan kepada bawahan sesuai dengan bidang masing-masing.
- Bertanggung jawab terhadap pimpinan atas tugas yang diberikan kepadanya serta menerima laporan dari bawahan.
- Mengawasi pelaksanaan rencana yang diberikan oleh pimpinan dan memberikan saran-saran terhadap persoalan yang timbul

8.3.5. Kepala Bagian

Tugas dan wewenang kepala bagian adalah sebagai berikut :

- Bertanggung jawab kepada direktur atas tugas yang diberikan untuk mencapai target yang telah direncanakan.
- Mengawasi kualitas dan kuantitas barang-barang dan peralatan yang menjadi tanggung jawabnya.
- Menciptakan kerja sama yang baik dan menjamin keselamatan para karyawan dan memberikan saran-saran serta membuat laporan secara berkala kepada atasan.

Kepala bagian ini terdiri atas :

a. Bagian Keuangan dan Pemasaran

Bagian ini terbagi atas 2 bagian, yaitu :

1. Bagian anggaran dan akuntansi, mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut :
 - Mengelola anggaran pendapatan dan belanja perusahaan.

- Mengatur dan menyerahkan gaji karyawan.
 - Mengatur dan merencanakan pembelian barang investasi.
 - Mengatur dan mengawasi setiap pengeluaran dan pembelian bahan baku dan penjualan produk.
 - Membuat dan membukukan pemasukan dan pengeluaran perusahaan.
2. Bagian pemasaran mempunyai wewenang untuk melaksanakan pemasaran produksi. Bagian pemasaran mempunyai wewenang sebagai berikut :
- Menentukan daerah-daerah pemasaran hasil produksi.
 - Meningkatkan hubungan kerjasama yang baik dengan perusahaan luar.

b. Bagian Logistik

Bagian logistik mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut :

- Mengatur penerimaan, pergudangan dan suplai bahan baku serta alat-alat yang merupakan kebutuhan produksi.
- Bertanggung jawab terhadap tersedianya bahan baku dan alat-alat yang cukup untuk kelangsungan proses produksi.

Bagian ini dalam pengoperasiannya terbagi dua bagian, yaitu :

1. Perlengkapan

Tugasnya membeli barang yang dibutuhkan perusahaan dalam bidang proses produksi, kebutuhan pegawai dan lain-lain.

2. Gudang

Tugasnya menyimpan dan mendistribusikan barang-barang jadi, suku cadang, bahan-bahan kimia dan lain-lain.

c. Bagian Administrasi dan Personalia

Bagian ini dalam pengoperasiannya terbagi empat, yaitu :

1. Bagian personalia

Tugas dan wewenang bagian ini adalah :

- Menerima dan memberhentikan tenaga kerja yang sesuai dengan kemampuan dan keahlian masing-masing.
- Memberikan penilaian terhadap prestasi karyawan.

- Memberikan latihan dan peningkatan bagi peningkatan mutu dan prestasi karyawan.
2. Bagian administrasi dan tata usaha
Bagian ini bertugas membuat dan mengatur kelancaran administrasi dalam perusahaan.
 3. Bagian hubungan masyarakat
Bagian ini mempunyai tanggung jawab dalam mengelola hubungan dengan masyarakat dan izin-izin yang menyangkut perusahaan.
 4. Bagian umum
Bagian ini mempunyai tugas dan wewenang :
 - Memberikan pelayanan bagi semua unsur dalam organisasi di bidang kesejahteraan dan fasilitas-fasilitas kesehatan.
 - Bertanggung jawab terhadap keamanan dan keselamatan yang meliputi satuan pengamanan (satpam) dan pemadam kebakaran.

d. Bagian Produksi

Bagian produksi bertanggung jawab terhadap proses produksi, yaitu mengoperasikan peralatan atau mengendalikan proses terutama penyediaan utilitas, pengemasan, pengepakan produk dan perencanaan produksi yang akan datang. Bagian produksi dibagi dua bagian, kedua bagian ini mempunyai tanggung jawab sendiri-sendiri, diantaranya :

1. Bagian Produksi
Bagian ini mempunyai tugas dan wewenang :
 - Melaksanakan dan mengawasi operasi selama proses berlangsung.
 - Mengawasi persediaan bahan baku dan penyimpanan hasil produksi.
2. Bagian Utilitas
Bagian ini bertanggung jawab terhadap penyediaan air, listrik dan lain-lainnya yang berkaitan dengan kelancaran fungsional utilitas.

e. Bagian Teknik

Bagian ini bertanggung jawab memelihara semua peralatan fisik pabrik.

Bagian ini dalam pengoperasiannya terbagi atas dua bagian, yaitu :

1. Bagian teknik pemeliharaan mesin dan peralatan (*maintenance*), mempunyai wewenang :

- Mengawasi dan menyelenggarakan pemeliharaan peralatan.
- Melakukan perbaikan untuk kelancaran operasi.

2. Bagian teknik umum

Bagian ini bertanggung jawab atas pemeliharaan dan perbaikan-perbaikan fasilitas-fasilitas penunjang lainnya.

f. Bagian Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini dalam pengoperasiannya terbagi atas dua bagian, yaitu:

1. Bagian pengendalian mutu

Mempunyai tugas :

- Membuat program dan melaksanakan suatu penelitian guna meningkatkan mutu produksi dan efisiensi proses produksi.
- Mengawasi pelaksanaan penelitian dan analisa hasil produksi.

2. Bagian laboratorium

Mempunyai tugas dan wewenang :

- Melakukan analisa terhadap bahan baku yang terlibat dalam proses produksi.
- Melakukan analisa semua bahan yang terlibat untuk mengontrol proses produksi.

8.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik *Urea formaldehid* dari *Urea* dan *Formalin* ini sistem gaji karyawan ditentukan berdasarkan tanggung jawab serta keahlian karyawan tersebut. Pembagian karyawan pabrik ini dibagi menjadi tiga golongan, yaitu :

1. Karyawan tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan suatu keputusan direktur dan mendapat gaji bulanan sesuai kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direktur tanpa surat keputusan direktur dan mendapat upah harian yang dibayar setengah bulan sekali sesuai dengan hari kerja.

3. Karyawan tidak tetap (kontrak)

Karyawan tidak tetap adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik saat diperlukan sesuai perjanjian yang disepakati dan diberhentikan sesuai masa kontrak kerja. Keselamatan seluruh karyawan selama jam kerja dijamin dengan asuransi tenaga kerja.

8.5 Sistem Kerja

Pabrik *Urea formaldehid* ini beroperasi selama 300 hari setahun secara kontinyu dengan waktu kerja 24 jam sehari. Untuk menjaga kelancaran produksi serta mekanisme administrasi dan pemasaran, masa waktu kerja dibagi dengan *shift* dan *non shift*.

8.5.1. Waktu Kerja Karyawan *Non Shift*

Waktu kerja untuk karyawan *non shift* dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan *Non Shift*

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin s/d Kamis	08.00 – 17.00	12.00 – 13.00
Jumat	08.00 – 17.00	11.30 – 13.00

8.5.2. Waktu Kerja Karyawan *Shift*

Pembagian jam kerja terdiri dari 3 *shift* dan 4 group, dimana 3 group melakukan *shift* sedangkan satu *shift* libur. Setiap group dikepalai seorang *foreman shift*. Pengaturan jam kerja *shift* ini adalah :

- *Shift 1* (Pagi) : jam 07.00 – 15.00
- *Shift 2* (Sore) : jam 15.00 – 23.00
- *Shift 3* (Malam) : jam 23.00 – 07.00

8.1. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan pada Pra Rancangan pabrik *Urea formaldehid* dari *Urea* dan *Formalin* ini dapat dilihat pada Tabel 8.2 dan Tabel 8.3.

Tabel 8.2Karyawan *Non Shift*

No	Jabatan	Jumlah
1.	Dewan Komisaris	2
2.	Direktur Utama	1
3.	Direktur	3
4.	Kepala Bagian	7
5.	Kepala seksi	6
6.	Karyawan Akuntansi	3
7.	Karyawan produksi dan pemasaran	4
8.	Karyawan Administrasi dan manajemen	5
9.	Sekretaris	1
10.	Kepala satpam	1
11.	Sopir	3
12.	Dokter	2
13.	Perawat	2
Jumlah		40

Tabel 8.3Karyawan *Shift*

No	Jabatan	Operator
1.	Karyawan Produksi	48
2.	Karyawan Utilitas	12
3.	Karyawan Mesin (teknisi)	8
4.	Karyawan Laboratorium dan Pengendali Mutu	12
5.	Karyawan Instrumentasi dan Elektrikal	8
6.	Satpam	8
7.	Supervisor	4
8.	<i>Office boy</i>	8
Jumlah		81

8.2. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial atau jaminan sosial adalah suatu bentuk pemberian penghasilan, baik dalam bentuk materi ataupun non materi, yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan untuk selama masa pengabdianya ataupun setelah berhenti karena pensiun atau karena lanjut usia dalam usaha pemenuhan kebutuhan, baik kebutuhan materi atau non materi, kepada para karyawan dengan tujuan untuk memberikan semangat atau dorongan kepada para karyawan (Wursanto, 2005). Jaminan sosial diberikan kepada karyawan, antara lain :

a. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
- Tunjangan lembur yang diberikan pada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

b. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja setahun.
- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan surat keterangan dokter.
- Cuti mendadak diberikan kepada karyawan apabila terjadi hal-hal diluar dugaan.

c. Perlengkapan kerja karyawan produksi

Perlengkapan kerja diberikan kepada karyawan berupa *safety shoes*, *safety earring*, *helm*, pakaian, masker dan kacamata.

d. Pengobatan

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

e. Asuransi tenaga kerja (ASTEK)

Sesuai dengan yang telah diatur pada pasal 15 ayat 2 Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan transmigrasi Republik Indonesia No. PER.07/MEN/V/2010, premi Asuransi ditetapkan sebesar Rp. 400.000,- yang terdiri dari;

- a. Premi Asuransi TKI Pra Penempatan sebesar Rp. 50.000,-
- b. Premi Asuransi TKI Masa Penempatan sebesar Rp. 300.000,-
- c. Premi Asuransi TKI Purna Penempatan sebesar Rp. 50.000,-

PP No 84 Tahun 2013 menetapkan jaminan kesehatan bagi tenaga kerja. Pasal 9 ayat (1) berbunyi, Sbb:

(1). Besarnya iuran program jaminan sosial tenaga kerja, adalah :

a. Jaminan Kecelakaan kerja yang perincian besarnya iuran berdasarkan kelompok jenis usaha sebagaimana tercantum dalam Lampiran 1, antara lain :

- Kelompok I : 0,24% dari upah sebulan
- Kelompok II : 0,54% dari upah sebulan
- Kelompok III : 0,89% dari upah sebulan
- Kelompok IV : 1,27% dari upah sebulan
- Kelompok V : 1,74% dari upah sebulan

b. Jaminan Hari Tua, sebesar 5,70% dari upah sebulan

c. Jaminan Kematian, sebesar 0,30% dari upah sebulan

(2). Iuran Jaminan Kecelakaan kerja dan Jaminan Kematian ditanggung sepenuhnya oleh pengusaha

(3). Iuran Jaminan Hari Tua sebagaimana dimaksud dalam ayat (1). Huruf b, sebesar 3,70% ditanggung oleh pengusaha dan sebesar 2% ditanggung oleh tenaga kerja.

BAB IX. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi diperlukan untuk menentukan jumlah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan dan mengoperasikan pabrik serta tinjauan kelayakan suatu pabrik. Faktor-faktor yang perlu ditinjau dalam analisa ekonomi adalah :

1. Investasi yang dibutuhkan untuk pendirian suatu pabrik sampai beroperasi yang dikenal dengan istilah *Total Capital Investment*.
2. Biaya produksi (*Total Production Cost*).
3. Harga jual produk yang dihasilkan.
4. Tinjauan kelayakan dari investasi yang disebut *Profitability Measure of Investment*. Tinjauan kelayakan ini terdiri atas perhitungan laba kotor dan laba bersih, laju pengembalian modal (*Rate of Return*), waktu pengembalian modal (*Pay Out Time*) serta titik impas (*Break Even Point*).

9.1 *Total Capital Investment*

Total Capital investment adalah sejumlah modal yang ditanamkan/diresikokan untuk mendirikan pabrik sampai pabrik siap beroperasi. *Total Capital investment* terbagi 2 yaitu :

a. *Fixed Capital Investment (FCI)*

Fixed Capital Investment/ Investasi biaya tetap adalah modal yang dikeluarkan untuk pembelian dan pemasangan peralatan pabrik serta alat penunjang lainnya sehingga pabrik dapat beroperasi.

b. *Working Capital Investment (WCI)*

Working Capital Investment/ Investasi biaya kerja adalah modal atau biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik sampai menghasilkan produk perdana. Biaya ini dimaksudkan untuk membiayai *start up*, gaji karyawan, pembelian bahan baku, pajak dan kebutuhan lainnya.

Berdasarkan perhitungan Lampiran D didapatkan *Total Capital Investment* seperti pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1 Biaya Komponen *Total Capital Investment*

No	Komponen <i>Total Capital Investment</i>	Biaya (US\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Fixed Capital Investment</i>	15.831.379	228.229.112.540
2	<i>Work Capital Investment</i>	2.793.773	40.275.725.742
3	<i>Total Capital Investment</i>	18.625.151	268.504.838.282

9.2 Biaya Produksi (*Total Production Cost*)

Biaya Produksi (*Total Production Cost*) adalah biaya yang diperkirakan untuk menjalankan pabrik. Biaya produksi terbagi 2 yaitu:

a. *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost adalah biaya yang berhubungan dengan produksi yang terdiri dari *Direct Production Cost*, biaya tetap (*Fixed Charge*) dan *Plant Overhead Cost*. Berdasarkan perhitungan Lampiran D, didapatkan harga *manufacturing cost* seperti pada Tabel 9.2 berikut.

Tabel 9.2 Biaya Komponen *Manufacturing Cost*

No	Komponen <i>Manufacturing Cost</i>	Biaya (US\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Direct Production Cost</i>	110.139.155,72	1.587.793.603.591,02
2	<i>Fixed Charge</i>	4.478.978,02	64.570.066.905,39
3	<i>Plant Overhead Cost</i>	6.685.502,14	96.379.870.189,65

b. *General Expenses (GE)*

General expenses adalah biaya yang diperlukan untuk keperluan administrasi, distribusi, penjualan produk, penelitian dan pembiayaan lainnya. Berdasarkan perhitungan Lampiran D, *general expenses* yang didapatkan adalah US\$ 16.417.708,16 atau Rp 236.681.785.220,81

Jadi harga yang didapat untuk *Total Production Cost* adalah US\$ 133.710.042,75 atau Rp 1.927.597.403.793,08

9.3 Harga Jual (*Total Sales*)

Produk utama yang dihasilkan pada pabrik ini berupa Urea Formaldehid. Harga jual Urea Formaldehid di pasarannya itu US\$ 0,975/kg sehingga didapatkan harga penjualan sesuai dengan produk yang dihasilkan sebesar US\$ 145.966.818 atau Rp.2.104.294.141.257

9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik

Tinjauan kelayakan pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin dengan kapasitas 150.000 ton/tahun ini dapat dilihat dari 4 bagian berikut ini.

9.4.1 Laba Kotor dan Laba Bersih

Laba adalah hasil yang diperoleh dari total penjualan dikurangi total biaya produksi. Laba kotor adalah laba sebelum dikeluarkan pajak sedangkan laba bersih adalah laba yang diperoleh setelah dikeluarkan pajak. Berdasarkan perhitungan Lampiran D, diperoleh laba seperti pada Tabel 9.3 berikut.

Tabel 9.3 Perhitungan Laba Kotor dan Laba Bersih

No	Komponen	Nominal (US\$)	Nominal (Rp)
1	Laba Kotor	12.256.775,34	176.696.737.464,28
2	Laba Bersih	10.724.678,42	154.609.645.281,25

9.4.2 Laju Pengembalian Modal (*Rate of Return*)

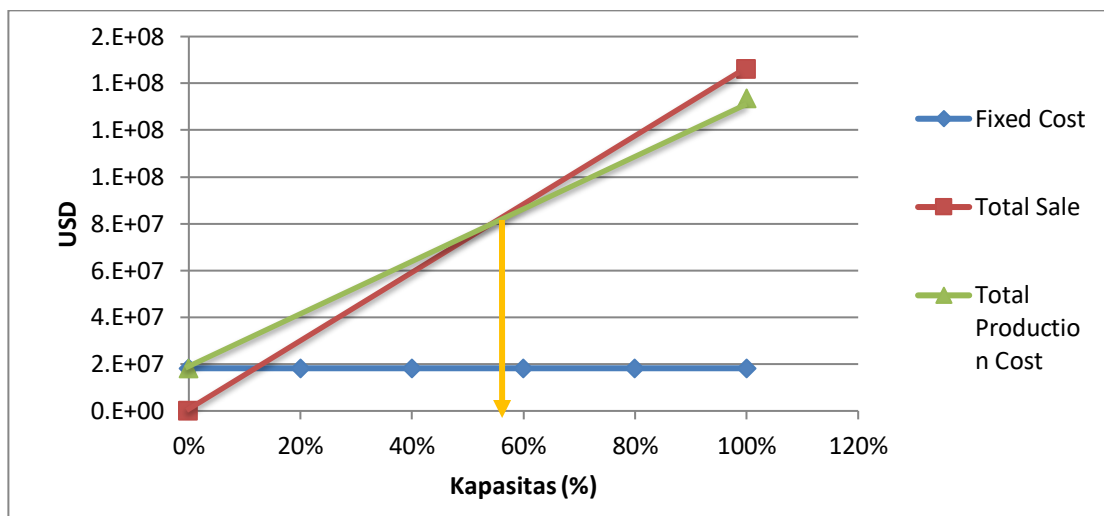
Laju Pengembalian Modal (*Rate of Return / ROR*) merupakan perbandingan antara laba yang diperoleh tiap tahun terhadap modal yang ditanamkan. Berdasarkan perhitungan Lampiran D, didapatkan nilai ROR sebesar 57,58%. Hal ini menandakan bahwa pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin dengan kapasitas bahan baku 150.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

9.4.3 Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time*)

Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time /POT*) merupakan lamanya waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal yang dipinjam. Berdasarkan perhitungan Lampiran D, POT yang didapatkan adalah 2 tahun 10 bulan 20 hari.

9.4.4 Titik Impas (*Break Even Point*)

Titik Impas (*Break Event Point / BEP*) atau yang lebih dikenal dengan sebutan titik impas merupakan suatu kondisi dimana hasil penjualan produk sama dengan biaya produksi. Berdasarkan perhitungan Lampiran D didapatkan BEP sebesar 59,8%. Hal ini menunjukkan bahwa pada 59,8% dari kapasitas produksi yang terjual di pasaran pabrik sudah bisa menutupi biaya produksi atau pabrik dinyatakan baru balik modal. Kurva BEP ini dapat dilihat pada Gambar 9.1.



Gambar 9.1 Grafik *Break Even Point* (BEP)

BAB X. TUGAS KHUSUS

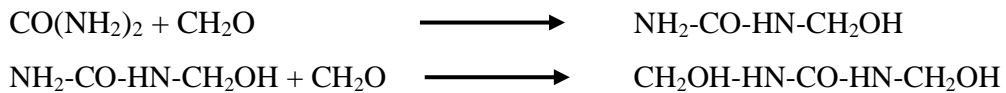
10.1 Pendahuluan

Industri kimia merupakan industri yang mengolah bahan baku menjadi produk dengan memanfaatkan proses-proses kimia. Urea Formaldehid merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari proses kimia. Urea Formaldehid dapat dibuat melalui tiga tahapan yaitu persiapan, pembentukan, dan pemurnian.

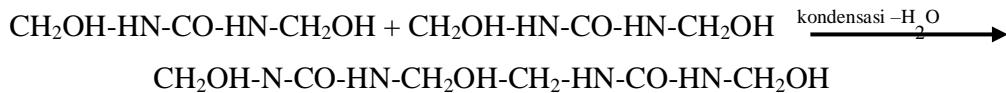
Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan Urea Formaldehid adalah Urea direaksikan dengan Formalin. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :

Reaksi yang terjadi :

1. Reaksi *Hydroxymethylation*



2. Reaksi Pembentukan Jembatan *di-aminomethylene*



Perancangan pabrik Urea Formaldehid harus mempertimbangkan ketersediaan lahan, bahan baku, dan kebutuhan Urea Formaldehid di Indonesia. Pemilihan proses dan peralatan yang digunakan serta pemasaran hasil produksi. Sebelum proses produksi berjalan, langkah awal yang terlebih dahulu dilakukan yaitu membuat rancangan peralatan proses yang digunakan.

10.2 Ruang Lingkup Rancangan

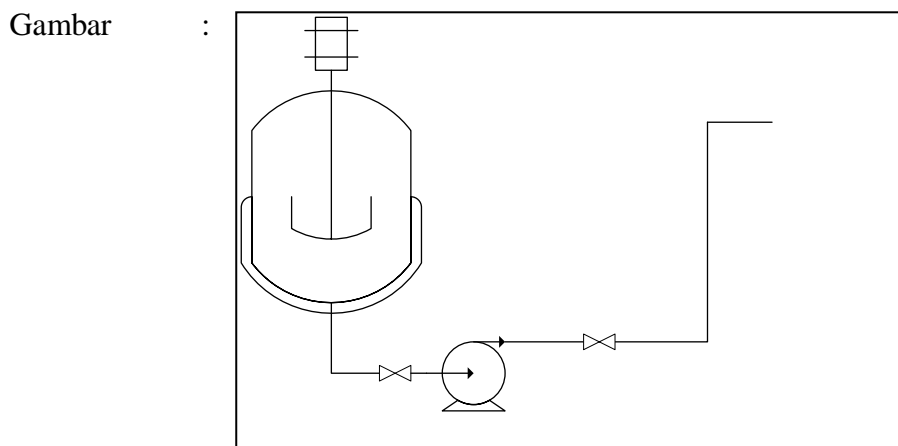
Perancangan peralatan proses yang digunakan dalam produksi Urea Formaldehid terdiri atas rancangan alat transportasi, perancangan alat perpindahan panas, reaktor dan rancangan peralatan pemisah. Alat transportasi fluida cair berupa pompa, alat perpindahan panas meliputi rancangan *cooler*, reaktor merupakan tempat terjadinya reaksi kimia antara Urea dengan Formalin menjadi Urea Formaldehid, serta rancangan RVF sebagai alat pemisah. Rancangan lengkap peralatan proses dapat dilihat pada sub bab rancangan.

10.3 Rancangan

10.3.1 Pompa (J-121)

Fungsi : Mengaliratkan Formalin dari Tangki Penyimpanan ke Reaktor

Tipe : *Centrifugal pump*



Gambar C-2 Aliran pompa (J-121)

Data :

$$\frac{P_a}{\rho} + \frac{gZ_a}{g_c} + \frac{\alpha_a V_a^2}{2g_c} + \eta W_p = \frac{P_b}{\rho} + \frac{gZ_b}{g_c} + \frac{\alpha_b V_b^2}{2g_c} + h_f$$

- Laju alir massa, m : 15.974,4618 kg/jam = 35.223,6882 lb/jam
- Densitas , ρ : 898,9100 kg/m³ = 56,1341 lb/ft³
- Viskositas , μ : 0,0012777 cP = 0,0000009 lb/ft.s
- Tinggi pompa terhadap cairan masuk, Z_a : 0,5 m = 1,64 ft
- Tinggi pompa terhadap cairan keluar, Z_b : 4,5 m = 14,7638 ft
- Panjang pipa hisap, L_s : 2 m = 6,5617 ft
- Panjang pipa buang, L_d : 5 m = 16,4042 ft
- Faktor keamanan 10% (Peter's, Tabel 6)

TABLE 6
Factors in equipment scale-up and design

Type of equipment	Is pilot plant usually necessary?	Major variables for operational design (other than flow rate)	Major variables characterizing size or capacity	Maximum scale-up ratio based on indicated characterizing variable	Approximate recommended safety or over-design factor, %
Agitated batch crystallizers	Yes	Solubility-temperature relationship	Flow rate Heat transfer area	> 100:1	20
Batch reactors	Yes	Reaction rate Equilibrium state	Volume Residence time	> 100:1	20
Centrifugal pumps	No	Discharge head	Flow rate Power input Impeller diameter	> 100:1 > 100:1 10:1	10

Laju alir volumetrik, Q_v

$$\begin{aligned}
 Q_p &= \frac{m}{0,9} \\
 &= \frac{38.746,0571 \text{ lb/jam}}{0,9} \\
 &= 38.746,0571 \text{ lb/jam} = 10,7628 \text{ lb/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_v &= \frac{Q_p}{\rho} \\
 &= \frac{10,7628 \text{ lb/s}}{56,1341 \text{ lb/ft}^3} \\
 &= 0,1917 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Diameter optimum, D_{opt}

Asumsi aliran turbulen

$$D_{opt} = 3,9 * Q_v^{0,45} * \rho^{0,13} \quad (\text{Peter, Pers 14.15})$$

making design estimates:

For turbulent flow ($N_{Re} > 2100$) in steel pipes

$$D_{i,opt} = 3,9 q_f^{0,45} \rho^{0,13} \quad (15)$$

For viscous flow ($N_{Re} < 2100$) in steel pipes

$$D_{i,opt} = 3,0 q_f^{0,36} \mu_c^{0,18} \quad (16)$$

Peter, Hal 496

$$\begin{aligned}
 D_{opt} &= 3,9 * 0,1917^{0,45} * 56,1341^{0,13} \\
 &= 3,1310 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 11 Kern, diperoleh pipa baja dengan ukuran sebagai berikut :

Nominal pipe size, in.	Outside diameter, in.	Schedule no.	Wall thickness, in.	Inside diameter, in.	Cross-sectional area of metal, in. ²	Inside sectional area, ft ²	Circumference, ft or surface, ft ² /ft of length		Capacity at 1 ft/s velocity		Pipe weight lb/ft
							Outside	Inside	U.S. gal/min	Water, lb/h	
2	2.375	40	0.154	2.067	1.075	0.02330	0.622	0.541	10.45	5,225	3.65
		80	0.218	1.939	1.477	0.02050	0.622	0.508	9.20	4,600	5.02
2½	2.875	40	0.203	2,469	1.704	0.03322	0.753	0.647	14.92	7,460	5.79
		80	0.276	2.323	2.254	0.02942	0.753	0.608	13.20	6,600	7.66
3	3.500	40	0.216	3.068	2.228	0.05130	0.916	0.803	23.00	11,500	7.58
		80	0.300	2.900	3.016	0.04587	0.916	0.759	20.55	10,275	10.25
3½	4.000	40	0.226	3.548	2.680	0.06870	1.047	0.929	30.80	15,400	9.11
		80	0.318	3.364	3.678	0.06170	1.047	0.881	27.70	13,850	12.51
4	4.500	40	0.237	4.026	3.17	0.08840	1.178	1.054	39.6	19,800	10.79
		80	0.337	3.826	4.41	0.07986	1.178	1.002	35.8	17,900	14.98
5	5.563	40	0.258	5.047	4.30	0.1390	1.456	1.321	62.3	31,150	14.62
		80	0.375	4.813	6.11	0.1263	1.456	1.260	57.7	28,850	20.78
6	6.625	40	0.280	6.065	5.58	0.2006	1.734	1.588	90.0	45,000	18.97
		80	0.432	5.761	8.40	0.1810	1.734	1.508	81.1	40,550	28.57
8	8.625	40	0.322	7.981	8.396	0.3474	2.258	2.089	155.7	77,850	28.55
		80	0.500	7.625	12.76	0.3171	2.258	1.996	142.3	71,150	43.39
10	10.75	40	0.365	10.020	11.91	0.5475	2.814	2.620	246.0	123,000	40.48
		80	0.594	9.562	18.95	0.4987	2.814	2.503	223.4	111,700	64.40
12	12.75	40	0.406	11.938	15.74	0.7773	3.338	3.13	349.0	174,500	53.56
		80	0.600	11.224	26.07	0.7056	3.338	2.99	316.7	158,150	88.57

	Suction (a)	Discharge (b)
IPS	4 in Sch 80	
ID	3,8260 in = 0,3188 ft	3,8260 in = 0,3188 ft
OD	4,5000 in = 0,3750 ft	4,5000 in = 0,3750 ft
a''	0,1390 ft ²	

Kecepatan aliran, V

V_a = V_b, karena ukuran pipa hisap dan pipa buang sama

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{Q_v}{a''} \\
 &= \frac{0,1917 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,0799 \text{ ft}^2} \\
 &= 2,4009 \text{ ft/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{V^2}{2gc} &= \frac{5,764 \text{ ft/s}}{2 \times 32,17 \text{ lbfmft/s}^2 \text{ lbf}} \\
 &= 0,0896 \text{ ft-lbf/lb}
 \end{aligned}$$

Bilangan Reynolds, N_{Re}

$$N_{Re} = \frac{\rho \times V \times D}{\mu}$$

SIGNIFICANCE OF DIMENSIONLESS GROUPS.²³ The three dimensionless groups in Eq. (9.14) may be given simple interpretations. Consider the group $nD_a^2\rho/\mu$. Since the impeller tip speed u_2 equals $\pi D_a n$,

$$N_{Re} = \frac{nD_a^2\rho}{\mu} = \frac{(nD_a)D_a\rho}{\mu} \propto \frac{u_2 D_a \rho}{\mu} \quad (9.17)$$

and this group is proportional to a Reynolds number calculated from the diameter and peripheral speed of the impeller. This is the reason for the name of the group.

Mc.Cabe Hal 249

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{56,1341 \text{ lb/ft}^3 \times 2,4009 \text{ ft/s} \times 0,3188 \text{ ft}}{0,000001 \text{ lb/ft.s}} \\ &= 500.047.193,53 \end{aligned}$$

Rugi Gesek

- **Pipa hisap (suction)**
- **Rugi gesek akibat gesekan dengan kulit pipa**

$$h_{fsa} = f \frac{\Delta L}{r_H} \frac{V^2}{2gc} \quad (\text{Mc Cabe, Pers 5.56})$$

104 FLUID MECHANICS

where D_i and D_o are the inside and outside diameters of the annulus, respectively. The equivalent diameter of an annulus is therefore the difference of the diameters. Also, the equivalent diameter of a square duct with a width of side b is $4(b^2/4b) = b$.

The hydraulic radius is a useful parameter for generalizing fluid-flow phenomena in turbulent flow. Equation (5.7) can be so generalized by substituting $4r_H$ for D or $2r_H$ for r_w :

$$h_{fs} = \frac{\tau_w}{\rho r_H} \Delta L = \frac{\Delta p_s}{\rho} = f \frac{\Delta L}{r_H} \frac{\bar{V}^2}{2g_c} \quad (5.56)$$

$$N_{Re} = \frac{4r_H \bar{V} \rho}{\mu} \quad \text{Mc.Cabe} \quad (5.57)$$

$$r_H = \frac{ID}{10} \quad \text{McCabe, Hal 103}$$

Thus, for the special case of a circular tube, the hydraulic radius is

$$r_H = \frac{\pi D^2/4}{\pi D} = \frac{D}{4} \quad \text{Mc.Cabe Hal 103}$$

$$r_H = \frac{0,3188 \text{ ft}}{10} = 0,0319 \text{ ft}$$

$$N_{Re} = 500.047.193,53$$

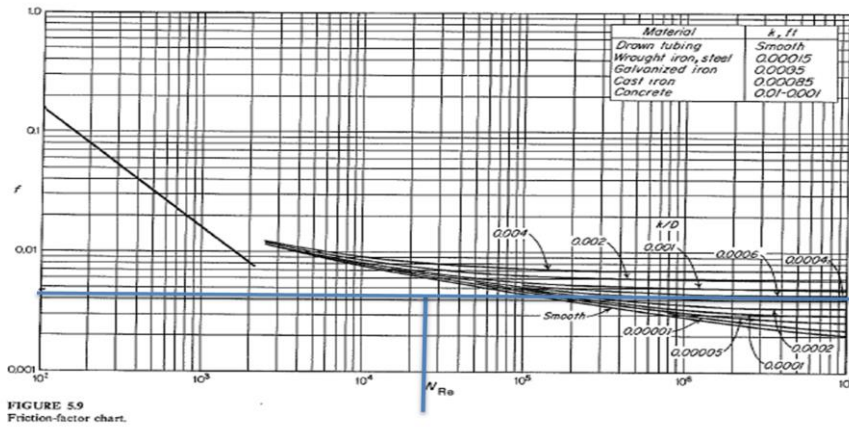
Material pipa yang digunakan adalah *wrought iron steel* :

$$k = 0,00015 \text{ ft} \quad \text{Mc.Cabe Fig 5.9}$$

$k/D = 0,0005$

$f = 0,0043$

Mc.Cabe Fig. 5.9



$$h_{fsa} = \frac{0,0043 \times 6,5617 \text{ ft} \times 0,0896 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}}{0,0319 \text{ ft}}$$

$$= 0,079 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

- Rugi gesek akibat fitting dan valve (hff)

$$h_{ffa} = K_f \frac{V^2}{2g_c}$$

Mc.Cabe Pers 5.67

EFFECT OF FITTINGS AND VALVES. Fittings and valves disturb the normal flow lines and cause friction. In short lines with many fittings, the friction loss from the fittings may be greater than that from the straight pipe. The friction loss h_{ff} from fittings is found from an equation similar to Eqs. (5.59) and (5.65):

$$h_{ff} = K_f \frac{V_a^2}{2g_c} \tag{5.67}$$

Mc.Cabe Hal 107

where K_f = loss factor for fitting
 V_a = average velocity in pipe leading to fitting

$K_f \text{ elbow} = 0,9$

Mc.Cabe, Tabel 5.1

$K_f \text{ (globe valve)} = 10$

TABLE 5.1
Loss coefficients for standard threaded pipe fittings†

Fitting	K_f
Globe valve, wide open	10.0
Angle valve, wide open	5.0
Gate valve	
Wide open	0.2
Half open	5.6
Return bend	2.2
Tee	1.8
Elbow	
90°	0.9
45°	0.4

† From J. K. Vennard, in V. L. Streeter (ed.), *Handbook of Fluid Dynamics*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1961, p. 3-23.

$$h_{ffa} = 10,9 \times 0,1582 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

$$= 1,7242 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

- **Rugi Gesek Karena Pengecilan (Kontraksi) dari Reaktor ke pipa**

$$h_{fca} = K_c \frac{V^2}{2gc} \quad (\text{Mc. Cabe, Pers. 5.64 Hal. 106})$$

The friction loss from sudden contraction is proportional to the velocity head in the smaller conduit and can be calculated by the equation

$$h_{fc} = K_c \frac{V^2}{2g_c} \quad (5.65)$$

Mc.Cabe Hal 106

$$K_c = 0,4 \left(1 - \frac{S_b}{S_a} \right)$$

$$S_b = 5,5630 \text{ in} = 0,46339 \text{ ft (diameter pipa)}$$

$$S_a = 3,9017 \text{ m} = 12,7978 \text{ ft (diameter Reaktor R-2041)}$$

$$K_c = 0,4 \left(1 - \frac{0,21 \text{ ft}}{9,53 \text{ ft}} \right)$$

$$= 0,3855$$

$$H_{fca} = 0,3855 \times 0,1582 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

$$= 0,0609 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

$$hf \text{ suction total} = h_{fs} + h_{ff} + h_{fc}$$

$$= (0,1061 + 1,7242 + 0,0609) \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

$$= 1,8913 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

- **Pipa buang (discharge)**

- **Rugi gesek akibat gesekan dengan kulit pipa**

$$H_{fsb} = f \frac{\Delta L}{r_H} \frac{V^2}{2gc} \quad (\text{Mc Cabe, Pers 5.56})$$

$$r_H = \frac{ID}{4} \quad (\text{McCabe, Hal 103})$$

$$r_H = \frac{0,4206 \text{ ft}}{4} = 0,1051 \text{ ft}$$

$$N_{re} = 24.507,7424$$

Material pipa yang digunakan adalah *Commercial steel pipe* :

$$k = 0,00015 \text{ ft} \quad (\text{Mc.Cabe Fig 5.9})$$

$$k/D = 0,0004$$

$$f = 0,0043 \quad (\text{Mc.Cabe Fig. 5.9})$$

$$h_{fsb} = \frac{0,0043 \times 22,9659 \text{ ft} \times 0,1582 \text{ ft} - \text{lb}_f/\text{lb}}{0,1051 \text{ ft}}$$

$$= 0,1486 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

- **Rugi gesek akibat *fitting* (hff)**

$$H_{ffb} = K_f \frac{V^2}{2gc} \quad \text{Mc.Cabe Pers 5.67}$$

$$K_f \text{ elbow} = 0,9 \times 2 = 1,8 \quad \text{Mc.Cabe, Tabel 5.1}$$

$$K_f \text{ Globe Valve} = 10 \times 1 = 10$$

$$K_f = 11,8$$

$$H_{ffb} = 11,8 \times 0,1582 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

$$= 1,8666 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

- **Rugi Gesek Pembesaran (Ekspansi) dari Pipa ke Tangki Reaktor**

$$h_{feb} = K_e \frac{V^2}{2gc}$$

$$K_e = \left(1 - \frac{S_a}{S_b}\right)^2$$

Mc.Cabe Pers 5.64

$$K_e = \left(1 - \frac{S_a}{S_b}\right)^2 \quad (5.64)$$

$$S_a = 5 \text{ in} = 0,46339 \text{ ft (diameter pipa)}$$

$$S_b = 2,44 \text{ m} = 8 \text{ ft (diameter RVF)}$$

$$K_e = \left(1 - \frac{0,46339 \text{ ft}}{8 \text{ ft}}\right)^2 = 0,8875$$

$$h_{feb} = 0,8875 \times 0,1582 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

$$= 0,1403 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

hf discharge total = hfs + hff + hfe

$$z = (0,1486 + 1,8666 + 0,1403) \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}$$

$$= 2,1555 \text{ ft.lbf/lb}$$

Sehingga, rugi gesek total (hf_{total}) :

$$\begin{aligned} hf_{\text{total}} &= hf_{\text{suction}} + hf_{\text{discharge}} \\ &= 1,8913 + 2,1555 \text{ ft.lbf/lb} \\ &= 4,0468 \text{ ft.lbf/lb} \end{aligned}$$

Daya Pompa (BHP)

Daya pompa dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan Bernoulli (McCabe, Pers. 4.32):

$$\frac{P_a}{\rho} + \frac{gZ_a}{g_c} + \frac{\alpha_a V_a^2}{2g_c} + \eta W_p = \frac{P_b}{\rho} + \frac{gZ_b}{g_c} + \frac{\alpha_b V_b^2}{2g_c} + h_f$$

Atau

$$\eta W_p = \left(\frac{P_b}{\rho} + \frac{gZ_b}{g_c} + \frac{\alpha_b V_b^2}{2g_c} \right) - \left(\frac{P_a}{\rho} + \frac{gZ_a}{g_c} + \frac{\alpha_a V_a^2}{2g_c} \right) + h_f$$

The mechanical energy delivered to the fluid is, then, ηW_p , where $\eta < 1$. Equation (4.29) corrected for pump work is

$$\frac{P_a}{\rho} + \frac{gZ_a}{g_c} + \frac{\alpha_a V_a^2}{2g_c} + \eta W_p = \frac{P_b}{\rho} + \frac{gZ_b}{g_c} + \frac{\alpha_b V_b^2}{2g_c} + h_f \quad (4.32)$$

Equation (4.32) is a final working equation for problems on the flow of incompressible fluids. **Mc.Cabe**

Dimana

$$\begin{aligned} P_a &= P_b \\ V_a &= V_b \\ \rho_a &= \rho_b \\ g/g_c &= 1 \\ \alpha_a &= \alpha_b \\ Q &= 0,1917 \text{ ft}^3/\text{s} = 86,061483 \text{ gal/min} \\ \eta &= 65 \% \end{aligned} \quad (\text{Peters, Fig. 14.36})$$

FIGURE 1436
Characteristic curves for a typical centrifugal pump showing effect of viscosity.

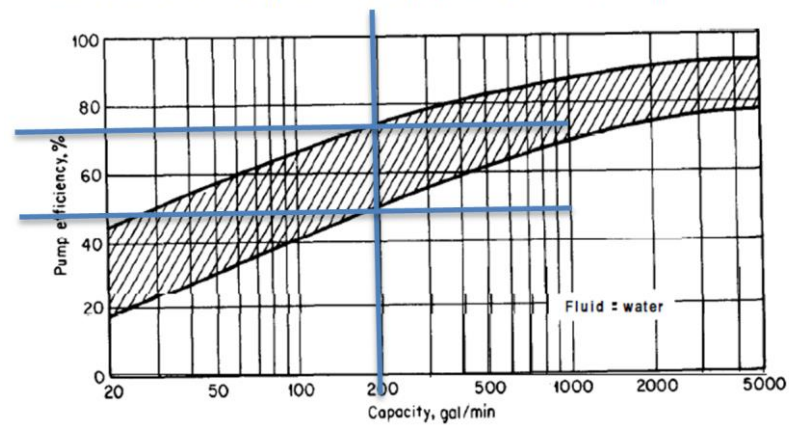


FIGURE 1437
Efficiencies of centrifugal pumps.

Sehingga persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi :

$$\eta W_p = (Z_b - Z_a) + hf$$

$$W_p = \frac{(14,7638 - 1,6404) \text{ ft} + 2,1922 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{lb}}{62\%}$$

$$= 23,5625 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{lb}$$

$$\text{BHP} = \frac{W_p \times m}{550}$$

$$= \frac{23,5625 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f / \text{lb} \times 10,7628 \text{ lb/s}}{550}$$

$$= 0,4611 \text{ HP}$$

Daya motor (MHP)

$$\text{MPH} = \frac{\text{BHP}}{\eta}$$

$$\eta = 80\% \quad (\text{Peters, Fig 14.38})$$

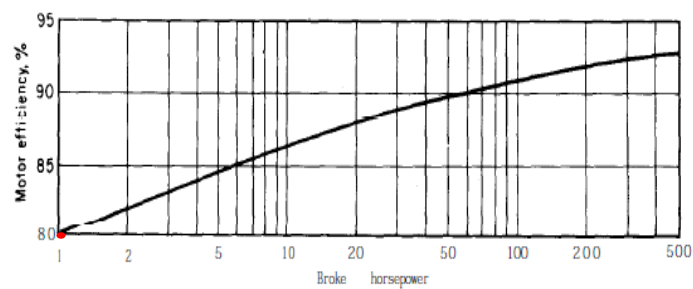


FIGURE 1438
Efficiencies of three-phase motors.

$$\text{MPH} = \frac{0,4611 \text{ HP}}{0,8}$$

$$= 0,5764 \text{ HP}$$

Tabel C.2 Spesifikasi *Pompa* pada alat proses

Kode Alat	Keterangan	Daya Pompa
J-121	Pompa formaldehid	0,5764
J-221	Pompa Reaktor ke RVF	0,8309

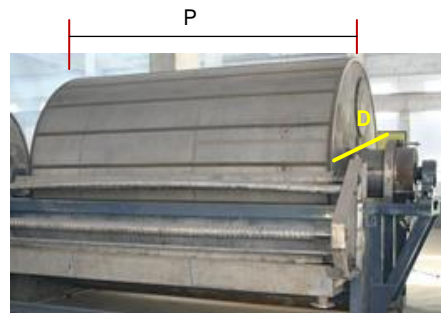
10.3.2 *Rotary Vacuum Filter (RVF-361)*

Fungsi : Memisahkan asam ureaformaldehid

Bahan konstruksi : *Stainless Steel*

Alasan : Fase komponen padat – cair, lebih cepat proses pemisahan karena adanya vacuum

Gambar :



Gambar 10.4. *Rotary Vacuum Filter*

Data Slurry:

- Laju alir massa, \dot{m} = 33.267,7kg/jam
- Densitas udara, ρ_u = 1,14 kg/m³ = 0,0715 lb/ft³
- Berat filtrat = 12.475 kg/jam = 27.501,7 lb/jam
- Berat cake = 20.792,99 kg/jam = 45.840,23 lb/jam
- Tebal *cake* = 6 mm = 0,006 m (Perrys, 18-97)
- Laju alir filtrat = 600 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ jam (tabel 11.13 walas)
- Kecepatan putar, N = 2 rpm = 0,03 rps (Mc cabe, hal 1007)

Berdasarkan bahan yang akan disaring pada alat rotary vaccum filter, dapat dilihat laju alir filtrat pada tabel 11.13 walas.

Dimana :

$$\text{Laju alir filtrat} = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ jam}$$

TABLE 11.13. Typical Applications of Industrial Filters

Material	Characteristics	Filtrate Rate kg/(m ²)(hr)	Equipment Type*					Vacuum (Torr)	Pressure (atm)
			A	B	C	D	E		
Flotation concentrates	minerals, <0.3 m	300-1000	—	—	×	—	×	450-600	—
Sedimentation concentrates	> 0.3 mm	6000-42,000	—	—	×	—	×	50-150	—
Crystals and granules	0.05-0.3 mm	600-2000	—	—	×	—	×	100-300	—
Beverages, juices	worthless solids, use filter aids	150-5000	×	×	—	—	—	—	2.5-3.5
Pigments	smearly, sticky, 0.06 mm	120-300	—	—	×	×	—	500-680	—
Limestone, oxide minerals	fine, high density	batch mode	×	×	—	—	—	—	2.5-4
		200-1000	—	—	×	—	—	450-600	—
Cane sugar mud	fibrous, viscous	100-1000	×	×	×	—	—	—	—
Mineral oils	high viscosity, 1-20% bleaching clays	100-1000	—	×	—	—	—	—	4
Liquid fuels	low viscosity, bleaching clays	800-2500	—	×	—	—	—	—	<4
Varnishes, lacquers	cloudy, viscous, solid adsorbents	15-18	×	—	—	—	—	—	1
Fats, oils, waxes	worthless solids, 50-70°C	500-800	×	×	—	—	—	—	—
Sewage sludge	colloidal, slimy	15-150	—	—	×	—	—	550-600	—
Pulp and paper	fibrous, free filtering	150-500	—	—	×	—	—	150-500	—
Cement	fine limestone, shale, clay, etc	300-1000	—	—	×	—	—	450-630	—

*Equipment type: (A) filter press; (B) leaf pressure filters, such as Kelly, Sweetland, etc.; (C) continuous vacuum filter; (D) batch rotary filter; (E) continuous rotary filter. (Walas, 1988).

(table 11.13 walas)

air blowback, into the discharge chute, since actual contact with the medium would cause rapid wear. In some cases the filter medium is held by circumferentially wound wires spaced 50 mm (2 in) apart, and a flexible scraper blade may rest lightly against the wire winding. A taut wire in place of the scraper blade may be used in some applications in which physical dislodging of sticky, cohesive cakes is needed.

For a given slurry, the maximum filtration rate is determined by the minimum cake thickness which can be removed—the thinner the cake, the less the flow resistance and the higher the rate. The minimum thickness is about 6 mm (0.25 in) for relatively rigid or cohesive cakes of materials such as mineral concentrates or coarse precipitates like gypsum or calcium citrate. Solids that form friable cakes composed of less cohesive materials such as salts or coal will usually require a cake thickness of 13 mm (0.5 in) or more. Filter cakes composed of fine precipitates such as pigments and magnesium hydroxide, which often produce cakes that crack or adhere to the medium, usually need a thickness of at least 10 mm (0.38 in).

(perrys, 18-97)

Rotary-drum filter. The most common type of continuous vacuum filter is the rotary-drum filter illustrated in Fig. 30.8. A horizontal drum with a slotted face turns at 0.1 to 2 r/min in an agitated slurry trough. A filter medium, such as canvas, covers the face of the drum, which is partly submerged in the liquid. Under the slotted cylindrical face of the main drum is a second, smaller drum with a solid surface. Between the two drums are radial partitions dividing the annular space into separate compartments, each connected by an internal pipe to one hole in the rotating plate of the rotary valve. Vacuum and air are alternately applied to

(Mc cabe, hal 1007)

1. Luas penampang filter, A

Dengan laju alir filtrat yang diinginkan $600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ jam, maka, luas permukaan filter yang dibutuhkan adalah:

$$A = \frac{\text{Berat Filtrat}}{\text{Laju alir filtrat}}$$

$$A = \frac{12.475 \text{ kg/jam}}{600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ jam}}$$

$$= 20.791 \text{ m}^2$$

$$= 223.796 \text{ ft}^2$$

Berdasarkan Tabel 11.12b Walas dengan luas permukaan 223.796 ft^2 didapatkan diameter dan panjang alat :

$$\text{Diameter drum, D} = 8 \text{ ft} = 2,44 \text{ m}$$

$$\text{Panjang drum, P} = 9 \text{ ft} = 2,74 \text{ m}$$

TABLE 11.12. Sizes of Commercial Continuous Vacuum Filters

(a) Horizontal Belt Filters ^a		
Series	Ft ² Range	No. Vac. Pans
2600	10-45	1
4600	45-200	1
6900	150-700	1
9600	130-500	2
13,600	600-1200	2

(Eimco).

(b) Rotary Drum, Disk, and Horizontal Filters											
Rotary Drum Component Filters ^b											
Filter Surface Area (sqft)											
Drum ^c Diam (ft)	Length (ft)										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
6	76	113	151	189	226						
8			200	250	300	350	400				
10				310	372	434	496	558	620		
12					456	532	608	684	760	836	912

(walas, table 11.14-b hal 354)

2. Volume drum, Vd

$$Vd = \frac{\pi}{4} \times D_s^2 \times P$$

$$= \frac{3,14}{4} \times (2,44)^2 \text{ m} \times 2,74 \text{ m}$$

$$= 12,81 \text{ m}^3$$

Pada *rotary vacuum filter* terjadi pengeringan sebagian cake oleh udara dengan laju alir udara masuk tiap satuan luas permukaan $50 - 80 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$ jam, diambil

$$65 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \text{ jam}$$

(Walas, Table 11-14b)

(b) Typical Air Flow Rates

Type of Filter	Air Flow at 500 Torr Vacuum (m ³ /h) (m ²)
Rotary drum	50-80
Precoat drum	100-150
Nutsche	30-60
Horizontal belt or pan	100-150

3. Lajur alir udara volumetrik, G

$$\begin{aligned}
 G &= A \times \text{Laju alir udara} \\
 &= 20,791 \text{ m}^2 \times 65 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ jam} \\
 &= 1.351 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 47.724 \text{ ft}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4. Lajur alir massa udara, Wb

$$\begin{aligned}
 Wb &= \rho \times G \\
 &= 0,07117 \text{ Ib/ft}^3 \times 47.724 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 3.396,546 \text{ Ib/jam} = 1.540,663 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

5. Penurunan tekanan selama filtrasi

$$\Delta P_t = 0,67 \text{ tf} (100L)^2 \quad (\text{Walas, Pers. 11.28, hal, 318})$$

the SCFT data for 0.01 m,

$$\frac{\Delta P_t}{0,67 t_f} = (100L)^2, \quad (11.28)$$

with ΔP in bar. From this relation the filtering time can be found at a specified pressure and cake thickness and when t_f is known.

Dimana :

ΔP_t = Penurunan tekanan (bar)

L = Ketebalan cake (m)

t_f = Waktu pembentukan cake standar

N = Kecepatan putar

$$t_f = \frac{1}{N} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ rpm} = 0,0083 \text{ rps}$$

Maka,

$$\Delta P_t = 0,67 \text{ tf} (100L)^2$$

$$=0,67 \times 0,5 \times (100 \times 0,006)^2$$

$$=0,1206 \text{ bar}$$

$$=0,118 \text{ atm}$$

6. Daya Motor, Hp

$$hp = \frac{3.03 \times 10^{-5} k}{k-1} P_1 q_{fm_1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (24)$$

(Peters pers. 24 hal 524)

Dimana :

Hp = Daya motor

P1 = tekanan masuk = 500 mmHg = 9,5 psi (Walas, Tabel 11.18)

P2 = tekanan keluar = 14,44 psi

TABLE 11.18. Typical Performance Data of Rotary Vacuum Filters

Material	Approximate particle size	Feed solids conc. wt %	Filtration rate (9) kg/(m ²)(hr)	Vacuum Pump (9)	
				m ³ /(m ²)(min)	mmHg
Disc filter					
Flotation coal	33-43%-200 mesh	22-26	300-600	1.5	500
Copper concentrates	90%-200 mesh	60-70	250-450	0.5	500
Magnetic concentrates	80-95%-325 mesh	55-65	1000-2000	2.5-3.0	600-650
Coal refuse	35-50%-250 mesh	35-40	100-125	0.6	500
Magnesium hydroxide	15 microns av. size	10-15	40-60	0.6	500
Drum filter					
(1) Sugar cane mud	Limed for flocculation	7-18 by vol.	25-75	0.2	500
CaCO ₃ mud recausticising	—	35-40	500-600	1.8-2	250-380
(2) Corn starch	15-18 microns, av. size	32-42	110-150	0.9-1	560
Sewage sludge					
Primary	Flocculated	5-8	15-30	0.5	500
Primary digested	Flocculated	4-7	10-20	0.5	509
(3) Leached uranium ore	50-60%-200 mesh	50-60	150-220	0.5-	500
Kraft pulp					
(4) Kaolin clay	98-75%-2 micron	1-1½	220-300	Barometric leg	600
Belt drum filter		25-35	30-75	0.5	500
(5) Sugar cane mud	Seperan flocculated	7-18 by vol.	90-250	0.2	500
Sewage sludge					
Primary	Flocculated	5-8	30-50	0.5	500
Primary digested	Flocculated	4-7	15-35	0.5	500
Corn gluten	Self flocculating	16-20 oz/U.S. gal	15-30	0.6	500
Corn starch	15-18 microns, av. size	32-42	180-250	0.9-1	500

(Walas, Tabel 11.18)

Ratio specific heat of gas, k = 1,4

$$q_{fm} = \frac{\text{laju alir massa}}{\text{pudara}} = \frac{1.222,37 \text{ lb/min}}{0,0711 \text{ lb/ft}^3} = 17.175,252 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$Hp = \frac{3,03 \times 10^{-5} k}{k-1} P_1 \cdot q_{fm} \left[\left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$Hp = 0,000106 \times 163.164,9034 \times 0,1270$$

$$Hp = 2,198$$

10.3.3 Reaktor CSTR

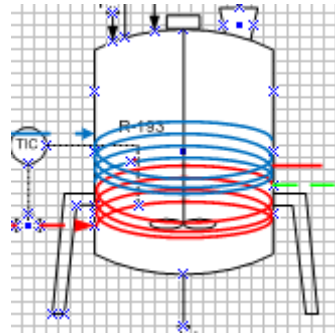
Fungsi : Tempat reaksi Urea dan formaldehid menjadi Urea Formaldehid

Tipe : Silinder vertikal dengan alas dan tutup *ellipsoidal*

Bahan : *Carbon Steel* , SA-285 Cr. C

Jumlah : 1 unit

Gambar :



Gambar C-4Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)

Data:

- Laju alir massa, m : 21.885,0126 kg/jam = 156,32 kmol/jam
- Densitas campuran, ρ_{campuran} : 976,00265 kg/m³ = 60,9318 lb_m/ft³
- Temperatur, T : 100°C
- Waktu operasi : 1,5 jam
- Tekanan, P_{operasi} : 1 atm = 14,6 psi

Komposisi Bahan masuk reaktor

komponen	F (Kg/Jam)	V(m3/jam)
Urea	5910,550	4,4776
Formaldehid	5910,550	7,2552
metanol	2396,169	3,0254
Air	7667,741	7,6677
Total	21.885,012	22,4231

Volume Larutan = 22,42 m³/jam

1. Laju Alir Volumetrik, V_b

$$V_b = m / \rho$$

$$V_b = \frac{21.885,0126 \text{ kg/jam}}{976,0026 \text{ kg/m}^3} = 22,423 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Volume Reaktor, V_R

Untuk mencapai proses kontinyu, reaktor CSTR ini direncanakan dibangun sebanyak 3 tangki, sehingga waktu tinggal nya (τ) 1,5 jam.

Berdasarkan pers. Levenspiel yaitu:

$$\frac{V_r}{FAo} = \frac{\tau}{Ca_o}$$

V_r = Volume tangki yang ditempati cairan

FAo = Laju Alir molar reaktan

Ca_o = Konsentrasi Reaktan

$$\text{Konsentrasi Umpan, } Ca_o = \frac{FAo}{Vb} = 6.971 \text{ kmol.m}^3$$

Maka, Volume Reaktor

$$V_r = \frac{\tau \times FAo}{Ca_o}$$

$$V_r = 33,634 \text{ m}^3$$

Mempertimbangkan faktor keamanan 20% (tabel 6, Peter. hal 37)

$$V_R = 33,634 \text{ m}^3 \times 1,2$$

$$V_R = 40,361 \text{ m}^3$$

$$V_e = \frac{\pi}{6} \times D_t^2 \times H_e$$

3. Dimensi Reaktor

a) Diameter dan Volume Tangki

- Volume Silinder, V_s

$$V_s = \frac{\pi}{4} \times D_s^2 \times H_s$$

$H_s = D_s$, maka:

$$V_s = \frac{\pi}{4} \times D_s^3$$

- Volume Elipsoidal, V_e

$$V_e = \frac{\pi}{6} \times D_t^2 \times H_e$$

$H_e = 0,25 D_t$, maka :

$$V_e = \frac{\pi}{24} \times D_t^3$$

Volume Reaktor = V Silinder + 2 V *Ellipsoidal*

$$40,361 \text{ m}^3 = \frac{\pi}{4} \times D_t^3 + (2 \times \frac{\pi}{24} \times D_t^3)$$

$$40,361 \text{ m}^3 = \frac{8}{24} \pi D_t^3$$

$$Dt^3 = 38,562 \text{ m}^3$$

$$Dt = 23,378 \text{ m}$$

$$Dt = 133,010 \text{ in}$$

b) Tinggi Reaktor, H_t

Tinggi Silinder, $H_t = D_t = 3,378 \text{ m} = 133,010 \text{ in}$

Tinggi Ellipsoidal, $H_e = \frac{1}{4} D_s = 0,844 \text{ m} = (\text{Walas, Tabel 18.5})$

Tinggi tangki total,

$H_t = \text{tinggi silinder} + 2 \text{ tinggi ellipsoidal}$

$$H_t = 3,378 \text{ m} + (2 \times 0,844 \text{ m})$$

$$H_t = 5,067 \text{ m}$$

Tinggi cairan di dalam tangki, H_c

$$H_c = \frac{V_{\text{cairan}}}{V_{\text{reaktor}}} \times H_t$$

$$H_c = \frac{33,634 \text{ m}^3}{40,361 \text{ m}^3} \times 5,067 \text{ m} = 4,22 \text{ m} = 13,851 \text{ ft} = 166,263 \text{ in}$$

c) Tekanan Desain

- Tekanan Hidrostatik

$$P_H = \rho g H_c$$

$$P_H = 976,002 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m}^2/\text{s}^2 \times 4,22 \text{ m}$$

$$P_H = 40.393,088 \text{ Pa} = 5,856 \text{ psi} = 0,398 \text{ atm}$$

- Tekanan desain, P_D

$$P_D = P_{\text{operasi}} + P_H$$

$$P_D = 2,5 \text{ atm} + 0,398 \text{ atm} = 2,898 \text{ atm} = 42,608 \text{ psi}$$

d) Tebal reaktor

Diketahui :

- $P_d = 14,695 \text{ psi}$
- $D_t = 133,010 \text{ in}$
- $S = 13700 \text{ psi}$ (Peter, tabel 4 hal 538)
- $E = 0,85$ (Peter, tabel 4 hal 538)

- $C = 0,002$ in/tahun, waktu operasi pabrik 10 tahun (Perry's, tabel 23-2)

• **Tebal dinding Reaktor, t_d**

$$t_d = \frac{PD_t}{SE - 0,6P} + cn \quad (\text{Walas, Tabel 18.3})$$

$$t_d = \frac{14,695 \text{ psi} \times 133,010 \text{ in}}{(13.700 \text{ psi} \times 0,85) - (0,6 \times 14,695 \text{ psi})} + 0,002 \text{ in}$$

$$t_d = 0,169 \text{ in} = 0,00431 \text{ m} = 4,317 \text{ mm}$$

• **Tebal alas dan tutup elipsoidal, t_e**

$$t_e = \frac{PD_t}{SE - 0,2P} + c \quad (\text{Walas, Tabel. 18.3})$$

$$t_e = \frac{14,695 \text{ psi} \times 133,010 \text{ in}}{(13700 \text{ psi} \times 0,85) - (0,2 \times 14,695 \text{ psi})} + 0,002 \text{ in}$$

$$t_e = 0,169 \text{ in} = 0,0043 \text{ m} = 4,315 \text{ mm}$$

4. Desain Pengaduk

Untuk umpan dengan viskositas ≤ 4.000 cP, maka dipilih pengaduk jenis propeler berdaun tiga. Untuk mencegah vorteks, tangki dipasang *baffles* (Wallas, hal 288).

Dari buku Mc. Cabe, hal 242-243

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{H}{D_t} = 1 \quad \frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{E}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{W}{D_a} = \frac{1}{5} \quad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

Diketahui: $D_t = 3,378 \text{ m}$

• Diameter impeler, D_a

$$D_a = 1/3 D_t$$

$$D_a = 1,126 \text{ m} = 3,694 \text{ ft}$$

• Lebar impeler, W

$$W = 1/5 D_a$$

$$W = 0,225 \text{ m} = 0,738 \text{ ft}$$

• Tinggi pengaduk dari dasar tangki, E

$$E = 1/3 D_a$$

$$E = 0,375 \text{ m} = 1,231 \text{ ft}$$

• Panjang daun impeler, L

$$L = 1/4 D_a$$

$$L = 0,281 \text{ m} = 0,923 \text{ ft}$$

- Lebar baffle, J

$$J = 1/12 \text{ Da}$$

$$J = 0,563 \text{ m} = 1,847 \text{ ft}$$

Kecepatan Putar Impeler, N_d

$$\frac{N_d}{\left(\frac{\sigma g c}{\rho}\right)^{0,25}} = 1,22 + 1,25 \left(\frac{D_t}{D_a}\right) \quad \text{Pers.6.18 Treyball ed. 3 hal 154}$$

Interfasial tension, $\sigma = 72,25 \text{ dyn/cm} = 0,05 \text{ lb/ft}$, (Mc. Cabe. Ed. 5 hal 274)

For water the interfacial tension is 72.75 dyn/cm . The rise velocity of the bubbles may be assumed constant at 0.2 m/s .

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

$$N_d = 1,22 + 1,25 \left(\frac{3,378 \text{ m}}{1,126 \text{ m}}\right) \times \left(\frac{0,05 \text{ lb/ft} \times 32,2 \text{ ft/s}^2}{60,948 \text{ lb/ft}^3}\right)^{0,25}$$

$$N_d = 2,73 \text{ rps} = 163,908 \text{ rpm}$$

Daya Pengadukan, P

$$N_{Re} = \frac{\rho \times N \times D_a^2}{\mu} \quad \text{Mc. Cabe . Pers. 9.17}$$

$$N_{Re} = \frac{60,94 \text{ lb/ft}^3 \times 2,73 \text{ rps} \times (3,694 \text{ ft})^2}{0,00101 \text{ lb.ft/s}}$$

$$N_{Re} = 2.232.936,792 \text{ (turbulen)}$$

Karena $N_{Re} > 10.000$, maka digunakan persamaan 9.24, Mc. Cabe

$$P_i = \frac{K_T \times N^3 \times D_a^5 \times \rho}{g_c} \quad \text{Pers. 9.24, Mc. Cabe}$$

Dari tabel 9.3, Mc. Cabe hal 254, diperoleh nilai $K_T = 0,87$

$$P_i = \frac{0,87 \times (2,73)^3 \times (3,694)^5 \times 60,948 \text{ lb/ft}^3}{32,2 \text{ ft/s}^2}$$

$$P_i = 23.113,6845 \text{ ft.lb}_f/\text{s}$$

$$P_i = \frac{23.113,6845 \text{ ft.lb}_f/\text{s}}{550} = 42,02 \text{ HP}$$

Maka, dipilih daya pengadukan 45 HP

5. Perhitungan Coil Pemanas

$$\text{Massa yang digunakan} = 22.078,937 \text{ kg}$$

$$C_p \text{ air} = 1 \text{ J/Kg.K}$$

$$T_1 = 30^\circ\text{C} = 303,15^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 100^\circ\text{C} = 373,15^\circ\text{K}$$

$$Dt = 3,378 \text{ m} = 337,84 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter Coil} = Dt/30$$

$$= \frac{337,84}{30} = 11,261 \text{ cm} = 0,11 \text{ m} = 4,43 \text{ in}$$

Coil ½ in

$$a'' = 0,021 \text{ ft}$$

$$OD = 0,84 \text{ in}$$

$$ID = 0,622 \text{ in}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

$$= 22.078,937 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ J}}{\text{kg}} \cdot \text{K} \times 70 \text{ K}$$

$$= 1.545.525,634 \text{ J}$$

$$= 1465,158 \text{ btu}$$

a) Area Perpindahan Panas

$$A = \frac{Q}{Ud \times \Delta T}$$

$$A = \frac{1465,158}{0,87 \times 126}$$

$$A = 13,365 \text{ ft}^2$$

b) Panjang Coil (Lc)

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

$$Lc = \frac{13,365}{0,021}$$

$$Lc = 636,466 \text{ ft}$$

c) Diameter Lilitan Coil

$$Dc = 0,9 \times Dt$$

$$Dc = 0,9 \times 337,8469 \text{ cm}$$

$$Dc = 304,062 \text{ cm} = 3,04 \text{ m} = 9,97 \text{ ft}$$

d) Tinggi coil dari dasar tangki (Hc)

$$Hc = 0,15 \times Dt$$

$$H_c = 0,15 \times 337,8469 \text{ cm}$$

$$H_c = 50,677 \text{ cm}$$

e) Luas area satu lilitan (Al)

$$A_l = \pi \times D_c \times a''$$

$$A_l = 3,14 \times 9,975 \times 0,021$$

$$A_l = 0,657 \text{ ft}^2$$

f) Jumlah lilitan coil (Nt)

$$N_t = \frac{A}{A_l}$$

$$N_t = \frac{13,365}{0,657}$$

$$N_t = 20,31 = 20 \text{ lilitan}$$

6. Perhitungan Coil Pendingin

Massa yang digunakan = 4456,75 kg

Cp air = 1 J/Kg.K

T₁ = 100°C = 373,15°K

T₂ = 30°C = 303,15°K

Dt = 3,378 m = 337,84 cm

Diameter Coil = Dt/30

$$= \frac{337,84}{30} = 11,261 \text{ cm} = 0,11 \text{ m} = 4,43 \text{ in}$$

Coil ½ in

a'' = 0,0021 ft

OD = 0,84 in

ID = 0,622 in

Q = m x Cp x ΔT

$$= 4456,75 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ J}}{\text{kg}} \cdot \text{K} \times 70 \text{ K}$$

$$= 311972,5294 \text{ J}$$

$$= 295,749 \text{ btu}$$

a) Area Perpindahan Panas (A)

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T}$$

$$A = \frac{295,749}{0,87 \times 126}$$

$$A = 2,697 \text{ ft}^2$$

b) Panjang Coil (Lc)

$$Lc = \frac{A}{a^n}$$

$$Lc = \frac{2,697}{0,021}$$

$$Lc = 128,474 \text{ ft}$$

c) Diameter Lilitan Coil (Dc)

$$Dc = 0,9 \times Dt$$

$$Dc = 0,9 \times 337,8469 \text{ cm}$$

$$Dc = 304,062 \text{ cm} = 3,04 \text{ m} = 9,97 \text{ ft}$$

d) Tinggi coil dari dasar tangki (Hc)

$$Hc = 0,15 \times Dt$$

$$Hc = 0,15 \times 337,8469 \text{ cm}$$

$$Hc = 50,677 \text{ cm}$$

e) Luas area satu lilitan (Al)

$$Al = \pi \times Dc \times a^n$$

$$Al = 3,14 \times 9,975 \times 0,021$$

$$Al = 0,657 \text{ ft}^2$$

f) Jumlah lilitan coil (Nt)

$$Nt = \frac{A}{Al}$$

$$Nt = \frac{2,697}{0,657}$$

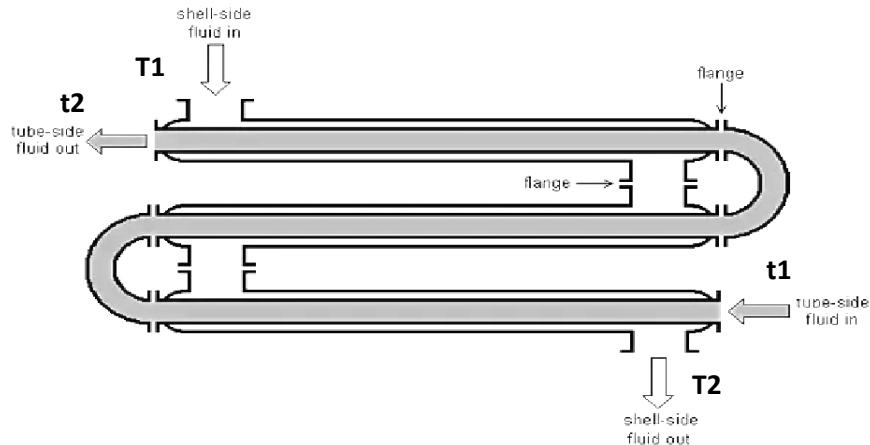
$$Nt = 4,10 = 4 \text{ lilitan}$$

10.3.4 Kondensor

Fungsi : Untuk mendinginkan produk dari suhu 100°C ke 30°C

Tipe : *Double pipe*

Jumlah : 1 unit



Gambar C-3 *Double Pipe Heat Exchanger*

1. Data dan Kondisi Operasi

A. Beban Panas (Q) = 4.404.010,463 Kj/jam

B. **Fluida Panas = Urea Formaldehid**

Laju Alir (W_t) = 33.267,7kg/jam = 73.341,97 lb/jam

T_1 = 100 °C = 212,0 °F

T_2 = 30 °C = 86,0 °F

C. **Fluida Dingin = Cooler**

Laju Alir (W_s) = 17.690,34 kg/jam = 39.000,1264 lb/jam

t_1 = 25 °C = 77 °F

t_2 = 30 °C = 86 °F

2. Δt & LMTD

Fluida Panas (F)	Temperatur	Fluida Dingin (F)	Selisih	
212	Tinggi	86	126	ΔT_2
86	Rendah	77	9	ΔT_1

$$\text{LMTD} = \frac{(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

$$= 44,334 \text{ °F}$$

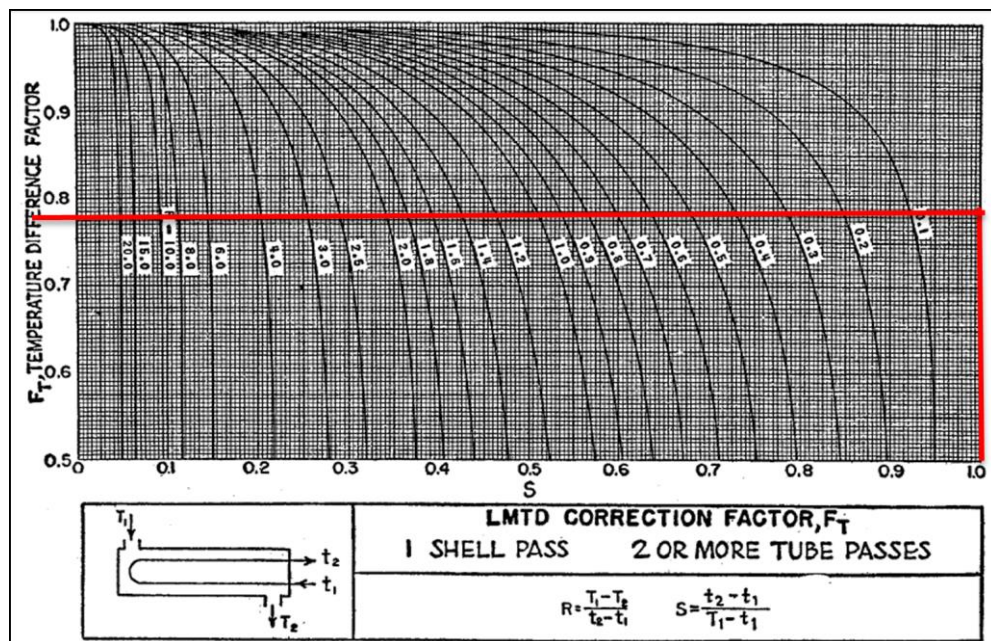
Faktor koreksi LMTD

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} \quad (\text{D.Q Kern: Pers. 5.14hal. 828})$$

$$= \frac{(212 - 86)^\circ F}{(86 - 77)^\circ F} = 14$$

$$S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

$$= \frac{(86 - 77)^\circ F}{(212 - 77)^\circ F} = 0,067$$



Diasumsikan *Heat Exchanger* merupakan HE dengan 1 *Shell Pass* dan 2 *Tube Pass*. Dari nilai R dan S, maka Faktor Koreksi dapat diperoleh dari gambar 21 D.K. QERN adalah sebagai berikut:

$$F_T = 0,78$$

Sehingga :

$$\Delta T_{LMTD} = LMTD \times F_T \quad (\text{D.Q Kern: Pers. 7.42hal. 828})$$

$$= 44,334^\circ F \times 0,78$$

$$= 34,58^\circ F$$

3. Luas Area Perpindahan Panas, A

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LMTD}} \quad (\text{D.Q Kern, pers. 7.6 hal 140})$$

Berdasarkan Tabel 8, D.Q Kern Hal 840, diperoleh :

$$U_d = 20 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

Heaters		
Hot fluid	Cold fluid	Overall U_D
Steam	Water	200-700§
Steam	Methanol	200-700§
Steam	Ammonia	200-700§
Steam	Aqueous solutions:	
Steam	Less than 2.0 cp	200-700
Steam	More than 2.0 cp	100-500§
Steam	Light organics	100-200
Steam	Medium organics	50-100
Steam	Heavy organics	6-60
Steam	Gases	5-50¶

* *Light organics* are fluids with viscosities of less than 0.5 centipoise and include benzene, toluene, acetone, ethanol, methyl ethyl ketone, gasoline, light kerosene, and naphtha.

† *Medium organics* have viscosities of 0.5 to 1.0 centipoise and include kerosene, straw oil, hot gas oil, hot absorber oil, and some crudes.

‡ *Heavy organics* have viscosities above 1.0 centipoise and include cold gas oil, lube oils, fuel oils, reduced crude oils, tars, and asphalts.

§ Dirt factor 0.001.

¶ Pressure drop 20 to 30 psi.

¶ These rates are greatly influenced by the operating pressure.

$$A = \frac{132.006,2336 \text{ Btu/jam}}{20 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F} \times 44,334^\circ\text{F}}$$

$$= 190,867 \text{ ft}^2$$

Nilai $A < 200 \text{ ft}^2$ maka digunakan tipe perpindahan panas jenis *double pipe*.

Heater dirancang dengan menggunakan ukuran pipa = 3 x 2 in IPS,

Berdasarkan Tabel 10 D.Q Kern, diperoleh spesifikasi *Tube* dengan :

	Anulus (in)	(ft)	Inner Pipe (in)	(ft)
IPS	3	0,24999	2	0,16666
SC	40	3,3332	40	3,3332
OD (D2)	3,5	0,291655	2,38	0,19833
ID (D1)	3,068	0,25565644	2,067	0,17224
a" (ft2/ft)	0,917	0,07641361	0,622	0,05183

Exchanger, IPS	Flow Area, in ²		Anulus, in	
	Anulus	Pipe	De	De'
3 x 2	2,93	3,55	1,57	0,69

TABLE 6.2. FLOW AREAS AND EQUIVALENT DIAMETERS IN DOUBLE PIPE EXCHANGERS

Exchanger, IPS	Flow area, in. ²		Annulus, in.	
	Annulus	Pipe	d_e	d'_e
2 × 1¼	1.19	1.50	0.915	0.40
2½ × 1¼	2.63	1.50	2.02	0.81
3 × 2	2.93	3.35	1.57	0.69
4 × 3	3.14	7.38	1.14	0.53

Anulus, uraformaldehid (Fluida Panas)	Inner Pipe, cooler (Fluida Dingin)
<p>4. Flow Area $D_2 = 3,068 \text{ in} = 0,2557 \text{ ft}$ $D_1 = 2,38 \text{ in} = 0,1983 \text{ ft}$ $a_s = \pi(D_2^2 - D_1^2)/4$ (D.Q Kern: pers. 7.1, hal 138) $= \frac{3,14 \times 0,0654 \text{ in} \times 0,0393 \text{ in}}{4}$ $= 0,02043 \text{ ft}^2$ Diameter Ekuivalen $Deq = (D_2^2 - D_1^2)/D_1$ $= 0,1312 \text{ ft}$</p>	<p>4. Flow Area $ID = 2,067 \text{ in} = 0,1723 \text{ ft}$ $a_p = \pi D_1^2/4$ (D.Q Kern, Table 10 hal 843) $a_p = \frac{3,14 \times 0,0297 \text{ in}^2}{4}$ (D.Q Kern: pers 7.48, hal 111) $= 0,0233 \text{ ft}^2$</p>
<p>6. Mass Velocity $G_s = \frac{W_s}{a_s}$ (D.Q Kern: pers 7.2, hal 138) $= \frac{73.341,97 \text{ lb/h}}{0,02043 \text{ ft}^2}$ $= 3.589.383,63 \text{ lb/hr ft}^2$</p>	<p>5. Mass Velocity $G_t = \frac{W_t}{a_t}$ (D.Q Kern: pers 7.2, hal 138) $= \frac{39.000,13 \text{ lb/h}}{0,02329 \text{ ft}^2}$ $= 1,674.472,03 \text{ lb/hr ft}^2$</p>

<p>6. Reynold Number</p> <p>$T_{\text{steam}} = 149 \text{ }^{\circ}\text{F}$</p> <p>$\mu = 1,5 \text{ cp}$</p> <p>$= 1,5 \times 2,42 \text{ lb/ft.h}$</p> <p>$= 3.63 \text{ lb/ft.hr}$</p> <p>$\text{Re}_a = \frac{D_e \times G_a}{\mu}$</p> <p>$=$</p> <p>$\frac{0,1312 \text{ ft} \times 3.589.383,63 \text{ lb/hr ft}^2}{3,63 \text{ lb/h.ft}}$</p> <p>$= 129.772$</p>	<p>6.Reynold Number</p> <p>$T_{\text{umpan}} = 81,5^{\circ}\text{F}$</p> <p>$\mu = 1 \text{ cp}$</p> <p>$= 1 \times 2,42 \text{ lb/ft.h}$</p> <p>$= 2,42 \text{ lb/ft.hr}$</p> <p>$\text{Re}_t = \frac{D_e \times G_a}{\mu}$</p> <p>$=$</p> <p>$\frac{0,1723 \text{ ft} \times 1,674.472,03 \text{ lb/hr ft}^2}{2,42 \text{ lb/h.ft}}$</p> <p>$= 119.185$</p>
<p>7. Panjang Pipa yang dibutuhkan</p> <p>$L = A/a''$</p> <p>$= \frac{190,8679 \text{ ft}^2}{0,917 \text{ ft}^2/\text{ft}}$</p> <p>$= 208,1438 \text{ ft}$</p> <p>$L/D = \frac{208,1438 \text{ ft}}{0,1723 \text{ ft}}$</p> <p>$= 1208,38$</p> <p>$jH = 310$</p>	<p>$7.jH = 290$</p>
<p>8. Koefisien Perpindahan Panas</p> <p>Pada $t_{\text{steam}} = 149 \text{ }^{\circ}\text{F}$</p> <p>$c = 0,51 \text{ Btu/lb}^{\circ}\text{F}$ (D.Q Kern, Fig. 2 Hal 804)</p> <p>$k = 0,0185 \text{ Btu/ft.hr}^{\circ}\text{F}$ (D.Q Kern, Tabel 4)</p>	<p>8. Koefisien Perpindahan Panas</p> <p>Pada $T_{\text{umpan}} = 86 \text{ }^{\circ}\text{F}$</p> <p>$C = 0,51 \text{ Btu/lb}^{\circ}\text{F}$ (D.Q Kern, Fig. 2 Hal 804)</p> <p>$k = 0,200 \text{ Btu/ft.hr.}^{\circ}\text{F}$ (D.Q Kern, Tabel 4)</p>

<p>Interpolasi =</p> <table border="1" data-bbox="320 297 751 495"> <thead> <tr> <th>T (F)</th> <th>k (Btu/hr.ft²(°F/ft))</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>121</td> <td>0,0137</td> </tr> <tr> <td>149</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>0,0187</td> </tr> </tbody> </table> <p>k = 0,0185 Btu/ft.hr²(°F/ft)</p> <p>K/D = 0,1412</p> $\left(c \cdot \frac{\mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(0,51 \times \frac{1cp}{0,0185 \text{Btu/ft.hr. } ^\circ\text{F}}\right)^{1/3}$ <p>= 9,175</p>	T (F)	k (Btu/hr.ft ² (°F/ft))	121	0,0137	149	X	150	0,0187	<p>K/D = 1,1611</p> $\left(c \cdot \frac{\mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} = 0,0225$
T (F)	k (Btu/hr.ft ² (°F/ft))								
121	0,0137								
149	X								
150	0,0187								
<p>9. Inside Film Coefficient (h_o)</p> $h_o = jHx \frac{k}{De} \times \frac{c\mu^{1/3}}{k} \times \frac{\mu^{0,14}}{\mu_w}$ <p>(D.Q Kern: Pers 6.15)</p> <p>= 401,55 Btu/hr.ft²(°F)</p>	<p>9. Inside Film Coefficient (h_{io})</p> $h_o = jHx \frac{k}{De} \times \frac{c\mu^{1/3}}{k} \times \frac{\mu^{0,14}}{\mu_w}$ <p>(D.Q Kern: Pers 6.15)</p> <p>= 7,58 Btu/hr.ft²(°F)</p> <p>Koreksi H_{io} ke permukaan OD</p> $h_{i0} = h_i \cdot \frac{ID}{OD}$ <p>= 7,58 Btu/hr.ft² °F x $\frac{0,17224}{0,19833}$</p> <p>= 6,58 Btu/hr.ft² °F</p>								

10. Clean overall coefficient U_c

$$\begin{aligned}
 U_c &= \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o} \\
 &= \frac{401,55 \times 6,58}{401,55 + 6,58} \\
 &= 6,474 \text{ btu/ hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

11. Dirty Factor, R_d

$$R_d = \frac{U_c - U_D}{U_c \times U_D} = 0,002$$

Koreksi U_D =

$$1/U_D = 1/U_c \times R_d$$

$$= 1/6,474 + 0,002$$

$$= 0,154 + 0,002$$

$$0,156 \text{ Btu/hr.ft}^2(\text{°F})$$

401,55	Summary	6,58
Uc	6,474	
Ud	6,391	

Panjang pipa yang dibutuhkan = $L = A/a''$

$$= 190,867/0,917$$

$$= 208,1438$$

Dipilih Panjang Hairpin = 12 ft

Maka, Jumlah hairpin yang dibutuhkan =

$$n = \frac{L}{2 \times \text{Panjanghairpin}}$$

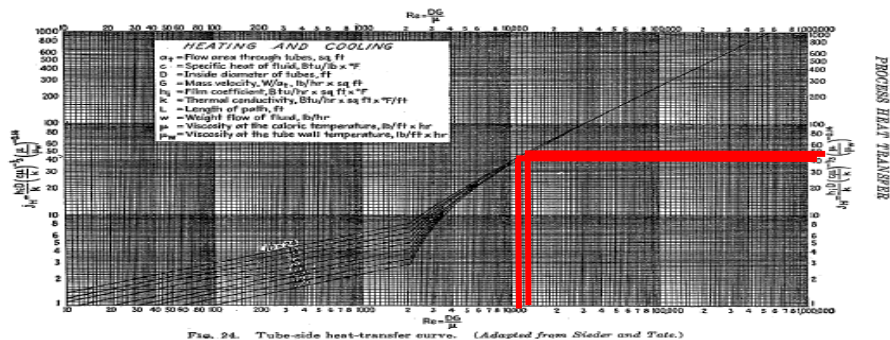
$$= 9 \text{ buah}$$

12. Pressure Drop, ΔP	
$Re_s = \frac{DexGa}{\mu}$ $= \frac{0,0360 \times 3.589.383,63}{3,63}$ $= 35595,769$	$Re_t = 119.185,04$
$f = 0,035 + \frac{0,246}{(Re_s)^{0,42}}$	$f = 0,035 + \frac{0,246}{(Re_s)^{0,42}}$ $= 0,0054$
$f = 0,035 + \frac{0,246}{(Re_s)^{0,42}}$	$s = 0,26$
	$\rho = 0,26 \times 62,5$

(Kern : Fig 6 Hal 809)

$0,035 + \frac{0,246}{81,58}$ $= 0,0067$ <p>s = 1,012 (Kern : Fig 6 Hal 809)</p> $\rho = 1,012 \times 62,5$ $= 63,25$ $\Delta F_{as} = \frac{4FGa^2.La}{2g\rho^2De}$ $= 0,784 \text{ psi}$ $V = Ga/3600\rho$ $= 3.589.383,63/3600 \times 63,25$ $= 15,763 \text{ fps}$ $\Delta F_t = \frac{V^2}{2g}$ $= 3x \frac{248,492}{64,4}$ $= 11,575 \text{ ft}$ $\Delta F_a = \frac{dF_{as} + dF_t}{144}$ $= 5,429 \text{ Psi}$	$= 16,25$ $\Delta F_{as} = \frac{4FGa^2.La}{2g\rho^2De}$ $= 33,447 \text{ ft}$ $\Delta F_p = \frac{\Delta F_{as} \times \rho}{144}$ $\Delta F_p = \frac{0,01539 \times 66,875}{144}$ $= 3,7744$ <p>Memenuhi karna < 10 Psi</p>
--	---

D.Q Kern Fig. 24 Hal 834



BAB XI. KESIMPULAN DAN SARAN

11.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan hasil perhitungan dari bab-bab sebelumnya pada prarancangan pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Prarancangan pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin dengan kapasitas produksi 150.000 ton/tahun direncanakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.
2. Dari analisa teknis dan ekonomi yang dilakukan, maka pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin dengan kapasitas produksi 150.000 ton/tahun layak didirikan di Kawasan Industri Bontan.
3. Prarancangan pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin merupakan perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff* dengan jumlah tenaga kerja 121 orang yang terdiri dari 81 karyawan *shift* dan 40 orang karyawan *non shift*.
4. Dari perhitungan analisa ekonomi, maka pabrik Urea Formaldehid dari Urea dan Formalin ini layak didirikan dengan :

- *Fixed Capital Investment (FCI)* = US\$ 15.831.379
= Rp 228.229.112.540
- *Working Capital Investment (WCI)* = US\$ 2.793.773
= Rp 40.275.725.742
- *Total Capital Investment (TCI)* = US\$ 18.625.151
= Rp 268.504.838.282
- *Total Sales (TS)* = US\$ 145.966.818
= Rp 2.104.294.141.257
- *Total Production Cost (TPC)* = US\$ 133.710.042,75
= Rp 1.927.597.403.793,08
- *Rate of Return (ROR)* = 57,58%

- *Pay of Time (POT)* = 2 tahun 10 bulan 20 hari
- *Break Event Point (BEP)* = 59,8%

11.2 Saran

Berdasarkan pertimbangan dari analisa ekonomi yang telah dilakukan pabrik Urea Formalin dari Urea dan Formalin ini layak untuk dilanjutkan ke tahap rancangan. Untuk itu disarankan kepada pengurus dan pemilik modal untuk dapat mempertimbangkan dan mengkaji ulang tentang pendirian pabrik Urea Formalin dari Urea dan Formalin ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010, Urea Formaldehid. en.wikipedia.org/wiki/Acetanilide.last update : 11 Maret 2014
- AfsharNazmi, 2018. *Technology Specifi Investment and Production Cost Data for Urea Formaldehid*. <http://www.chemplan.biz>, diakses Senin, 12 Februari 2018
- Badan Pusat Statistik, 2018, Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, <http://www.bps.go.id> , diakses Selasa, 8 Februari 2018, Pukul 10:10 WIB
- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw - Hill Book Company, New York
- Badan Pusat Statistik Indonesia, 2016, Ekspor dan impor, Badan Pusat Statistik Web.BPS . 2014. *Data Impor Urea Formaldehid*. Badan Pusat Statistik.
- Faith, Keyes and Clart. 1975. *Industrial Chemicals* 4th ed, New York: John Wiley and Sons Inc.
- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F. 1967. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology* . New York: John Wiley and Sons Inc.
- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F. 1981. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology* . New York: John Wiley and Sons Inc.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 03 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri
- Priyatmono, Aris. 2008. Urea Formaldehid. Kimia.com. wordpress.com. Last Update : 13 agustus 2016
- Kern, D.Q. 1993. *Process Heat Transfer. McGraw-Hill Book co*
- McCabe, dkk. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering fifth edition. McGraw-Hill Book co*
- Mc Ketta, 1977. *Encyclopedia of Chemical Processing and design Volume 3*. Books.google.co.id diakses 7 September 2017
- Perry, Robert H. 1997. *Perry's Chemical Engirneer's. Mc Graw-Hill Book co*.
- Ness, Smith Van. 1996. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*