

PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI BAGASSE

KAPASITAS 20000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Konsentrasi Teknik Kimia



Disusun Oleh:

Nama : Muhammad HarrisHafidhuddin Nama : Miftakhul Fakhrurozi
No. Mahasiswa : 17521054 No. Mahasiswa : 17521056

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI BAGASSE KAPASITAS
20000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad HarrisHafidhuddin Nama : Miftakhul Fakhrurozi
No. Mahasiswa : 17521054 No. Mahasiswa : 17521056

Yogyakarta, 08 Juni 2022

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

Demikian pernyataan ini kami buat, semoga dapat di pergunakan sebagaimana
mestinya.



Muhammad Harris Hafidhuddin
17521054



Miftakhul Fakhrurozi
17521056

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI BAGASSE DENGAN
KAPASITAS 20000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Muhammad Harris Hafidhuddin
No. Mahasiswa : 17521054

Nama : Miftakhul Fakhrurozi
No. Mahasiswa : 17521056

Yogyakarta, 08 Juni 2022

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Farham H M Saleh, Dr., Ir., MSIE



Fadilla Noor Rahma, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI BAGASSE KAPASITAS
20000 TON/TAHUN
PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Muhammad Harris Hafidhuddin

No. Mahasiswa 17521054

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 08 Juni 2022

Tim Penguji :

Ketua : Dr. Ir. Farham H M Saleh, MSIE -

Anggota I : Dr. Dyah Retno S, S.T., M.Eng. -

Anggota II : Lilis Kistriyani S.T., M.Eng. -

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Indonesia
Universitas Islam Indonesia



Suharno Rusdi, Ph.D.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI BAGASSE KAPASITAS
20000 TON/TAHUN
PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Miftakhul Fakhrurozi

No. Mahasiswa 17521054

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 08 Juni 2022

Tim Penguji :

Ketua : Dr. Ir. Farham H M Saleh, MSIE -

Anggota I : Dr. Dyah Retno S, S.T., M.Eng. -

Anggota II : Lilis Kistriyani S.T., M.Eng. -

Mengethui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Indonesia
Universitas Islam Indonesia



Suharno Rusdi, Ph.D.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam. Tak lupa shalawat serta salam selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya dan para sahabatnya serta orang-orang yang memegang teguh kita Allah SWT dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah atas hidayah Allah SWT penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Furfural Dari Bagasse Kapasitas 20000 Ton/Tahun”. Dalam pengerjaan tugas akhir ini banyak hambatan dan rintangan yang penyusun hadapi, namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan semangat dari berbagai pihak yang telah membantu baik secara moral maupun spiritual. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT.
2. Orang tua dan keluarga tercinta sebagai motivator terbesar bagi penyusun.
Terima kasih atas doa, motivasi dan dukungannya.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Farham H M Saleh, Dr., Ir., MSIE selaku dosen pembimbing satu.

Terima kasih atas bimbingan serta arahan yang telah diberikan selama pengerjaan lapran tugas akhir prarancangan pabrik furfural ini.

5. Ibu Fadilla Noor Rahma, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing dua. Terima kasih atas bimbingan serta arahan yang telah diberikan selama pengerjaan laporan tugas akhir prarancangan pabrik furfural ini.

6. Pihak-pihak lain serta teman-teman yang telah memberikan dukungan juga mengulurkan bantuan selama penelitian dan pembuatan laporan ini.

Penulis menyadari atas ketidaksempurnaan dalam tugas akhir ini, namun penulis tetap berharap tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi semua orang. Penulis juga mengharapkan adanya masukan berupa kritik atau saran yang berguna. Terimakasih.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 05 Juni 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Pemilihan Kapasitas Rancangan.....	3
1.3 Tinjauan Pustaka.....	7
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	10
2.1 Spesifikasi Produk.....	10
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	10
2.3 Pengendalian Produksi.....	11
2.3.1 Pengendalian Kualitas.....	13

2.3.2	Pengendalian Kuantitas	15
2.3.3	Pengendalian Waktu	15
2.3.4	Pengendalian Bahan Proses	15
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		16
3.1	Uraian Proses	16
3.1.1	Tahap penyimpanan bahan baku	16
3.1.2	Tahap reaksi	16
3.1.3	Tahap pemurnian produk	17
3.2	Spesifikasi Alat Proses	17
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		33
4.1	Lokasi Pabrik	33
4.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	38
4.3	Tata Letak Alat Proses.....	44
4.4	Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	47
4.5	Alir Proses dan Material	49
4.5.1	Neraca Massa	49
4.5.2	Neraca panas	51
4.6	Penyediaan Teknik (Utilitas).....	56
4.6.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water System</i>)	56
4.6.2	Unit Pembangkit Steam	71
4.6.3	Unit Pembangkit dan Pendistribusian Listrik (<i>Power Plant and Power</i>)	

Distribution System)	72
4.6.4 Unit Penyedia Udara Instrumen	76
4.6.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	76
4.7 Laboratorium	77
4.8 Organisasi Perusahaan	78
4.8.1 Bentuk Perusahaan	79
4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan	81
4.8.3 Tugas dan Wewenang	86
4.8.4 Status Karyawan	91
4.8.5 Sistem Kepegawaian	92
4.8.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji Karyawan	96
4.8.7 Pengaturan Lingkungan Pabrik	106
4.9 Evaluasi Ekonomi	107
4.9.1 Perkiraan Harga Alat	109
4.9.2 Perhitungan Biaya	112
4.9.3 Analisa Kelayakan	115
4.9.4 Hasil Perhitungan	119
4.9.5 Analisa Keuntungan	125
4.9.6 Hasil Kelayakan	125
BAB V PENUTUP	131
5.1 Kesimpulan	131

5.2	Saran.....	132
DAFTAR PUSTAKA		134
LAMPIRAN A.....		137
.....		152



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Perkembangan impor furfural di Indonesia	3
Tabel 1.2	Perkembangan ekspor furfural di Indonesia	4
Tabel 1.3	Kapasitas Pabrik Furfural Yang Telah Beroperasi	6
Tabel 1.4	Perbandingan Proses Batch Dan Kontinyu	8
Tabel 4.1	Rincian Luas Bangunan Pabrik.....	42
Tabel 4.2	Neraca Massa Pada Reaktor	49
Tabel 4.3	Neraca Massa Pada <i>Condenser</i>	50
Tabel 4.4	Neraca Massa Pada dekanter	50
Tabel 4.5	Neraca Massa Pada filter	51
Tabel 4.6	Neraca Panas Pada <i>Reaktor</i>	51
Tabel 4.7	Neraca Panas Pada <i>Condensor</i>	52
Tabel 4.8	Neraca Panas Pada <i>Cooler</i>	52
Tabel 4.9	Kebutuhan Air Pembangkit Steam	67
Tabel 4.10	Kebutuhan Air Pendingin	68
Tabel 4.11	Kebutuhan <i>Service Water</i>	70
Tabel 4.12	Kebutuhan Air Total.....	71
Tabel 4.13	Kebutuhan Listrik Untuk Alat Proses.....	73
Tabel 4.14	Kebutuhan Listrik Untuk Alat Utilitas.....	74
Tabel 4.15	Kebutuhan Listrik Total.....	76

Tabel 4.16	Jadwal Pembagian Kerja Karyawan <i>Shift</i>	94
Tabel 4.17	Jabatan Dan Keahlian	97
Tabel 4.18	Daftra Gaji Ketenaga Kerjaan	101
Tabel 4.19	Harga Indeks CEPCI	109
Tabel 4.20	<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	119
Tabel 4.21	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	120
Tabel 4.22	<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	120
Tabel 4.23	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	120
Tabel 4.24	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	121
Tabel 4.25	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	121
Tabel 4.26	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	122
Tabel 4.27	<i>Working Capital (WC)</i>	122
Tabel 4.28	<i>General Expense (GE)</i>	123
Tabel 4.29	<i>Total Production Cost</i>	123
Tabel 4.30	<i>Fixed Cost (Fa)</i>	123
Tabel 4.31	<i>Variable Cost (Va)</i>	124
Tabel 4.32	<i>Regulated Cost (Ra)</i>	124
Tabel 4.33	Hasil Kelayakan Pabrik	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Perkembangan impor furfural di Indonesia.....	4
Gambar 1.2 Grafik Perkembangan ekspor furfural di Indonesia.....	4
Gambar 4.1 Lokasi berdirinya pabrik.....	40
Gambar 4.2 <i>Lay out</i> pabrik.....	43
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses.....	47
Gambar 4.4 Diagram Alir Proses Kualitatif	54
Gambar 4.5 Diagram Alir Proses Kuantitatif	55
Gambar 4.6 Diagram Alir Pengolahan Air Laut.....	66
Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan.....	85
Gambar 4.9 Grafik BEP dan SDP	129

ABSTRAK

Furfural banyak digunakan dalam industri kimia seperti bahan pembentuk resin cetak, sebagai senyawa intermediate pada pembuatan pyrole, pyrrolidine, pyrrolidine dan piperidine, sebagai bahan baku pembuatan senyawa furan yang lain seperti furfuryl alcohol, tetrahidrofuran dan furan resin, sebagai pelarut dalam industri pemurnian minyak pelumas, pemurnian minyak nabati dan hewani, resin dan wax. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang masih harus diimpor dari luar negeri dan adanya peluang ekspor yang masih terbuka, maka dirancang pabrik furfural dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dengan bahan *bagasse*. Pabrik direncanakan berdiri di Sragi, Jawa Tengah pada tahun 2026. Reaksi pembentukan furfural dari pentosan yang terkandung dalam *bagasse* terjadi melalui proses hidrolisis dan dehidrasi pentose dengan bantuan katalis asam sulfat. Operasi proses menggunakan kombinasi proses semibatch dan kontinyu. Reaksi berlangsung di dalam reaktor berpengaduk pada suhu 128 °C dan tekanan 3 atm selama 180 menit. Produk yang dihasilkan adalah furfural dengan kadar sebesar 99,5%. Untuk menghasilkan furfural sebanyak 20.000 ton/tahun, dibutuhkan jumlah *bagasse* sebanyak 148.141 ton/tahun, asam sulfat 98% sebanyak 6.173 ton/tahun, dan toluene sebanyak 2.325 ton/tahun. Tahapan proses meliputi persiapan bahan baku, pembentukan furfural di dalam reaktor, dan pemurnian produk. Pemurnian produk dilakukan di dalam menara distilasi. Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air, steam, udara tekan, tenaga listrik, bahan bakar. Bentuk Perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi line and staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan shift dan non-shift. Dari hasil analisis ekonomi diperoleh, ROI (Return on Investment) sebelum dan setelah pajak sebesar 18% dan 14%, POT (Pay Out Time) sebelum dan sesudah pajak selama 3,84 tahun dan 4,64 tahun, BEP (Break-even Point) 48%, dan SDP (Shutdown Point) 27%. Sedangkan DCFR (Discounted Cash Flow Rate) sebesar 9%. Dari tinjauan ekonomi pabrik tersebut layak untuk dipertimbangkan pendiriannya di Indonesia.

Kata Kunci : Furfural, *Bagasse*, Asam Sulfat, Hidrolisis, Dehidrasi

ABSTRACT

Furfural is widely used in the chemical industri such as molding resins, as an intermediate compound in the manufacture of pyrole, pyrrolidine, pyrildine and piperidine, as a raw material for the manufacture of other furan compounds such as furfuryl alcohol, tetrahydrofuran and furan resins, as a solvent in the lubricating oil refining industri, refining vegetable and animal oils, resins and waxes. To meet domestic demand which still has to be imported from abroad and export opportunities are still open, a furfural factory with a capacity of 20,000 tons/year is designed with bagasse material. The factory is planned to be established in Sragi, Central Java in 2026. The reaction of furfural formation from pentosan contained in bagasse occurs through the process of hydrolysis and dehydration of pentose with the help of a sulfuric acid catalyst. Process operations use a combination of semibatch and continuous processes. The reaction took place in a stirred reactor at a temperature of 128 °C and a pressure of 3 atm for 180 minutes. The resulting product is furfural with a content of 99.5%. To produce 20,000 tons/year of furfural, 148,141 tons/year of bagasse is needed, 6,173 tons/year of 98% sulfuric acid, and 2,325 tons/year of toluene. The process steps include raw material preparation, furfural formation in the reactor, and product purification. The purification of the product is carried out in a distillation tower. Supporting units for the factory process include units for supplying water, steam, compressed air, electric power, and fuel. The chosen company form is a Limited Liability Company (PT), with a line and staff organizational structure. The employee work system is based on the division of working hours consisting of shift and non-shift employees. From the results of economic analysis obtained, ROI (Return on Investment) before and after tax of 18% and 14%, POT (Pay Out Time) before and after tax for 3.84 years and 4.64 years, BEP (Break-even Point) 48%, and SDP (Shutdown Point) 27%. Meanwhile, DCFR (Discounted Cash Flow Rate) is 9%. From an economic perspective, the factory is quite interesting to consider its establishment in Indonesia.

Keyword : Furfural, Bagasse, Sulfuric Acid, Hydrolysis, Dehydration

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Argoindustri di Indonesia merupakan sektor yang memiliki peran yang sangat penting dalam perindustrian nasional. Namun kegiatan pasca panen dan pengolahan hasil pertanian, termasuk pemanfaatan produk samping dan sisa pengolahannya masih kurang. Produk pertanian Indonesia umumnya hanya dipasarkan dalam bentuk primer, sehingga bernilai rendah dan rentan terhadap fluktuasi harga, sebab harga komoditas primer umumnya cenderung menurun, sedangkan harga produk olahan cenderung meningkat.

Dalam industri pengolahan tebu menjadi gula, ampas tebu yang dihasilkan jumlahnya dapat mencapai 90% dari setiap tebu yang diolah, sedangkan kandungan gula yang dimanfaatkan hanya sebesar 5%. Selama ini, pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku *particle board*, *pulp*, bahan bakar, pupuk, pakan ternak bersifat terbatas dan bernilai ekonomi rendah.

Dibutuhkan teknologi baru untuk mendiversifikasikan pemanfaatan ampas tebu tersebut menjadi produk bernilai ekonomi tinggi, salah satu alternatifnya adalah diolah menjadi furfural. Ampas tebu dapat diolah menjadi furfural karena memiliki kandungan pentosan yang merupakan komponen utama dalam proses sintesis furfural. Bahan baku lain yang dapat digunakan dalam produksi furfural selain ampas tebu antara lain tongkol jagung, sekam padi, kayu, rami dan sumber lainnya yang mengandung pentosan.

Furfural merupakan bahan kimia organik yang dewasa ini dikonsumsi sebagai bahan pembantu dan bahan baku industri-industri tertentu. Furfural memiliki aplikasi yang cukup luas dalam beberapa industri dan juga dapat disintesis menjadi turunan-turunannya seperti furfural alkohol, furan, dan lain-lain. Kebutuhan (*demand*) furfural dan turunannya didalam negeri meski tidak terlalu besar namun jumlahnya terus meningkat. Hingga saat ini seluruh kebutuhan furfural untuk dalam negeri diperoleh melalui impor. Impor terbesar diperoleh dari china yang saat ini menguasai 72% pasar furfural dunia.

Perkembangan industri yang memproduksi furfural dan turunannya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi angka impor dan meningkatkan nilai investasi di Indonesia. Diharapkan pengembangan industri ini dapat memberi nilai tambah bagi hasil-hasil samping pengolahan hasil pertanian yang tersedia dalam jumlah banyak di Indonesia. Dalam bentuk baku, furfural banyak digunakan sebagai pelarut dalam industri penyulingan minyak bumi dan industri pembuatan minyak-minyak pelumas, serta untuk mensintesis senyawa turunan yang digunakan pada industri pembuatan nilon. Senyawa turunan yang dapat disintesis dari furfural diantaranya adalah furfural alkohol dan furan. Furfural alkohol umumnya digunakan dalam industri yang memproduksi serat sintetik dan untuk mensintesis senyawa yang digunakan dalam industri pelapisan, industri cat, dan beberapa industri farmasi. Sedangkan furan digunakan dalam industri farmasi, industri yang memproduksi serat sintetik herbisida, dan untuk mensintesis pelarut yang digunakan dalam industri pembuatan.

1.2 Pemilihan Kapasitas Rancangan

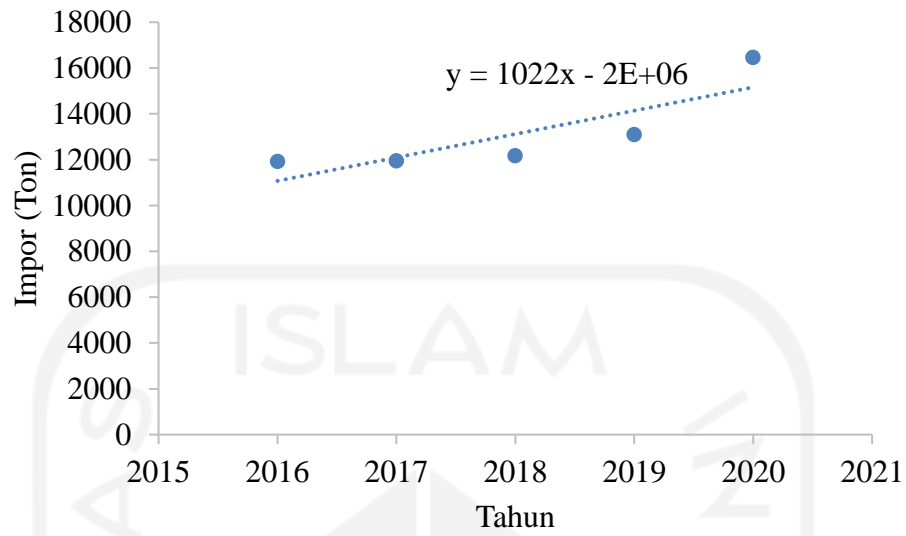
Pemilihan kapasitas pabrik furfural ini didasarkan dari beberapa pertimbangan yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan Furfural dari tahun ke tahun
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas Pabrik yang beroperasi

Kebutuhan Furfural di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini :

Tabel 1.1. Perkembangan impor furfural di Indonesia

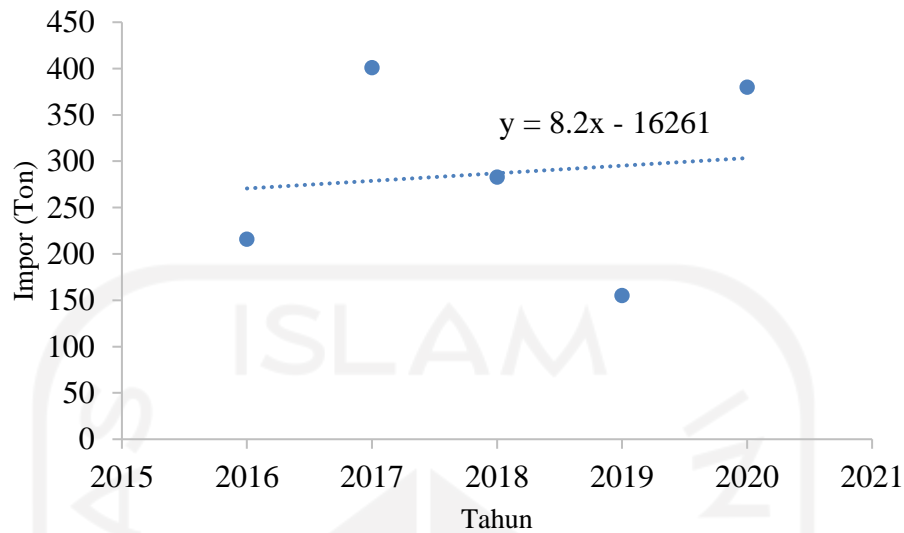
Tahun	Jumlah impor (ton/tahun)
2016	11923
2017	11947
2018	12168
2019	13091
2020	16461



Gambar 1.1. Grafik Perkembangan impor furfural di Indonesia

Tabel 1.2. Perkembangan ekspor furfural di Indonesia

Tahun	Jumlah ekspor (ton/tahun)
2016	216
2017	401
2018	283
2019	155
2020	380



Gambar 1.2. Grafik perkembangan ekspor furfural di Indonesia

Dari data impor dan ekspor furfural di Indonesia dapat diketahui tingkat pertumbuhan impor dan ekspor furfural di Indonesia. Berdasarkan tabel didapat rata-rata pertumbuhan impor furfural pertahun sebesar 8,845% dan rata-rata pertumbuhan ekspor furfural di Indonesia pertahunnya sebesar 39,038%.

Dengan menggunakan data perkembangan furfural di Indonesia, dapat dilakukan prediksi kebutuhan furfural di Indonesia pada tahun 2026.

$$Mi = 16461 \times (1 + 8,845\%)^6$$

$$Me = 380 \times (1 + 39,038\%)^6$$

Berdasarkan perkembangan furfural pada 5 tahun sebelum ini diketahui kebutuhan impor furfural pada tahun 2026 sebesar 65066 Ton dan kebutuhan ekspor furfural pada tahun 2026 sebesar 2745 Ton. Jadi, diketahui bahwa kebutuhan di Indonesia sebesar 67811 Ton pada tahun 2026.

Kebutuhan akan furfural tidak hanya terjadi di Indonesia tetapi juga di negara lainnya. Kapasitas pabrik yang didirikan harus melebihi atau sama dengan kapasitas pabrik yang telah beroperasi. Berikut ini merupakan data dari kapasitas pabrik furfural yang telah beroperasi:

Tabel 1.3. Kapasitas pabrik furfural yang telah beroperasi

No	Negara	Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Argentina	Indunor S.A	3000
2		E.C. Welbers	14500
3	Brazil	Agroquimica Rafard SA	4000 – 6000
4	Dominican	Central Romana Co.	3500
5	Republik Mexico	Furfuraly Derivados	1800
6	USA	Great Lakes Chem-Co	4500
7	Austria	Lenzig Aktiengesellse Haft	10000
8	Spain	Furfural Espanol SA	4500
9	Hungary	Pet Nitrogen Work	2000
10	Poland	Polimex Cekop	5000
11	Slovenia	State Owned Complex	1500
12	Kenya	Kenya Furfural L.td.	5000
13	South-Africa	Smithchem Ltd.	17000
14	Cina		50000

Berdasarkan data pertumbuhan furfural di Indonesia dan data produksi pabrik furfural yang sudah beroperasi kami memutuskan untuk merancang pabrik furfural dengan kapasitas 20000 ton/tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

Furfural atau furfuraldehid pertama kali dipisahkan oleh Dobereiner pada tahun 1821 ketika akan memproduksi Asam formiat dari tebu. Tetapi secara besar baru diproduksi oleh Stenhouse tahun 1845. Nama Furfural diberi oleh Fowness tahun 1845 yang berasal dari bahasa latin : *Furfur* (Inggris:*bran*) yang berarti sekam padi.

Furfural diperoleh dari deksruksi bahan yang mengandung pentosan. Pentosan adalah hemiselulosa yang dihidrolisa menghasilkan pentose dan kemudian pentose mengalami proses siklodehidrasi menjadi furfural. Proses pembentukan dilakukan dalam Reaktor bertekanan dengan perlakuan asam anorganik kuat. Pada proses pembentukan furfural dapat terjadi reaksi samping yang dapat mengurangi produksi furfural, yaitu pembentukan senyawa resin oleh senyawa intermediate atau oleh furfural itu sendiri dan dekstruksi furfural membentuk senyawa yang lebih ringan karena asam yang berlebihan.

Ampas tebu merupakan limbah berserat dari batang tebu setelah melalui proses penghancuran dan ekstraksi. Ampas tebu, seperti halnya biomassa yang lain, terdiri dari tiga penyusun utama, yaitu : selulosa, hemiselulosa, lignin dan sisanya unsur penyusun lainnya. Ampas tebu yang dihasilkan dari industri gula di Indonesia, 30% diantaranya dipergunakan sebagai bahan bakar untuk boiler industri gula, sedangkan 70% sisanya diambil sebagai ampas tebu yang digunakan sebagai

bahan baku pembuatan gabus, particle board, makanan ternak, pulp dan furfural. Furfural atau sering disebut dengan furankarboksaldehid, furaldehid, 2-Furfuraldehid, merupakan senyawa organik turunan dari golongan furan.

Furfural merupakan cairan berwarna kuning tua hingga coklat dan memiliki aroma yang kuat. Furfural dengan titik didih $161,7^{\circ}\text{C}$ (1atm), merupakan senyawa yang kurang larut dalam air namun larut dalam alcohol, eter, dan benzene. Furfural dapat disintesis dari berbagai jenis biomassa yang memiliki kandungan pentosan, dengan tahap reaksi, yaitu reaksi hidrolisis dengan katalis asam yang dilanjutkan dengan reaksi dehidrasi. Kedua reaksi diatas dapat dilakukan dengan siklus batch maupun kontinyu.

Tabel 1.4. Perbandingan proses batch dan kontinyu

Parameter	Semi batch	Kontinyu
Umpan	Ampas Tebu	Pentosa
Jumlah Reaktor	1	2
Kondisi Operas	Atmosterik, (128-150)	+68 Atm, Suhu Tinggi
Produk Samping	Lebih Sedikit	Sedikit
Pemurnian Furfural	Distilasi Azeotropik	Ekstraksi dan Distilasi

Glukosa merupakan produk samping yang diperoleh pada reaksi melalui pembentukan furfural, pada tahapan reaksi hidrolisis. Glukosa tergolong gula monosakarida. Penggunaan glukosa banyak diterapkan sebagai bahan baku permen, permen karet, selai, jeli, sirup dan produk konsumen lainnya. Dalam perancangan

pabrik ini digunakan kombinasi antara proses kontinyu. Untuk menghubungkan jalannya kedua mode operasi digunakan bantuan beberapa reactor semibatch yang diatur dengan penjadwalan.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

1. Furfural

Rumus Molekul	: $C_5H_4O_2$
Berat Molekul	: 96.08 g/mol
Bentuk	: Cair
Warna	: Kuning hingga kecoklatan
Titik Lebur	: $-37\text{ }^\circ\text{C}$
Titik Didih	: $159\text{-}160\text{ }^\circ\text{C}$ pada 760 mmHg
Titik Nyala	: $60\text{ }^\circ\text{C}$
Tekanan Uap	: 15,1 Pa pada $22\text{ }^\circ\text{C}$
Specific Gravity	: 1,480

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

1. Bagasse

Komposisi	: $SiO_2 = 3,01\%$
	: Pentosan = 27,97%
	: Lignin = 22,09%
	: Selulosa = 37,05%
	: Abu = 3,82%
Bulk density	: 1,3 kg/L
Warna	: Putih

Fase : padat

Kapasitas Panas : 0,32 kkal/kg °C

2. Asam Sulfat

Rumus molekul : H₂SO₄

Berat Molekul : 98,079 kg/kmol

Warna : Tidak Berwarna

Fase : Cair

Titik Didih : 340 °C

Kadar minimal : 98%

Impuritas : Chlorida (Cl) maksimal 10 ppm, Nitrate (NO₃) maksimal 5 ppm, Besi (Fe) maksimal 50 ppm, Timbal (Pb) maksimal 50 ppm

3. Air

Rumus Molekul : H₂O

Berat Molekul : 18,015 kg/kmol

Massa jenis : 1 kg/L

Panas jenis : 1 kkal/kg °C

Titik didih : 100 °C

Fase : Cair

Warna : Tidak berwarna

2.3 Pengendalian Produksi

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi

produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di control room, dilakukan dengan cara automatic control yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau di sett baik itu flow rate bahan baku atau produk, level control, maupun temperature control, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau sett semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat control yang harus dijalankan yaitu, control terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperature. Alat control yang harus di sett pada kondisi tertentu antara lain :

a. *Flow Control*

Alat yang dipasang untuk mengontrol aliran masuk dan aliran keluar proses.

b. *Level Control*

Alat yang dipasang pada bagian dinding tangki dan berfungsi untuk pengendalian volume cairan tangki/vessel.

c. *Temperature Control*

Alat ini berfungsi untuk mengontrol temperatur pada setiap alat proses. Alat ini mempunyai *set point*/batasan nilai suhu yang dapat

diatur. Ketika suhu melebihi set point yang telah diatur maka outputnya akan bekerja.

d. Pressure Control

Alat yang berfungsi untuk mengatur tekanan masuk dan keluar proses. Apabila tekanan tersebut tidak sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan maka akan muncul tanda-tanda seperti suara dan lampu menyala.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilakukan pengendalian produksi sebagai berikut :

2.3.1 Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau Analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan, Pengendalian kualitas (Quality Control) pada pabrik Furfural ini meliputi :

a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada supplier

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan Furfural di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisiknya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

c. Pengendalian Kualitas bahan selama proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/pengawasan bahan selama proses berlangsung.

d. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi furfural

e. Pengendalian Kualitas produk pada waktu pemindahan (dari satu tempat ketempat lain)

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk Furfural pada saat akan dipindahkan dari tangki penyimpanan sementara (day tank) ke tangki penyimpanan tetap (storage tank), dari storage tank ke mobil truk dan ke kapal.

2.3.2 Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi perusahaan.

2.3.3 Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

2.3.4 Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan proses harus mencukupi, untuk itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Tahap penyimpanan bahan baku

Bahan baku bagasse yang disimpan dalam Gudang dipotong 3 mm dengan menggunakan Rotary Cutter kemudian dibawa oleh Belt Conveyor untuk kemudian dialirkan menuju Hopper, setelah itu baru bagasse dimasukkan ke dalam Reaktor, sedangkan untuk katalisator asam sulfat 98% dari tangki (T-01) dan air dari unit utilitas selanjutnya dipompa (P-03) ke HE-01 untuk menaikkan suhu dari 30 °C sampai 128 °C kemudian di umpan ke Reaktor melalui pompa (P-04).

3.1.2 Tahap reaksi

Furfural sebagai produk utama diperoleh dari hasil reaksi pada tekanan 3 atm dan suhu reaksi 128 °C selama 3 jam, konversi reaksi 70%, reaksi yang terjadi di dalam reaktor sebagai berikut :

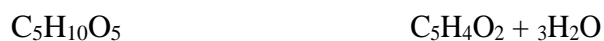
Hidrolisa selulosa menjadi Glukosa



Hidrolisa pentosan menjadi Pentosa



Dehidrasi pentosa menjadi Furfural



Katalis yang digunakan proses pembentukan Furfural adalah Asam Sulfat, kondisi operasi reaksi secara Isotermal, dengan sifat reaksi Endotermis, untuk

menjaga suhu reaksi tetap di beri pemanasan dengan menggunakan Coil. Pada saat kondisi operasi tercapai dilakukan penguapan dengan menggunakan steam jenuh yang dihembuskan dalam Reaktor. Maka ada dua arus keluar reaktor, arus yang ke atas berupa uap dan arus yang ke bawah berupa campuran sisa ampas dan cairan, masing-masing uap dan cair tersebut dialirkan dengan bantuan pompa (P-04 dan P-05) kedalam tangki penampung sementara (ACC-01 dan ACC-02). Reaktor beroperasi secara Semi batch dan agar operasi keseluruhan tetap kontinu dilakukan penjadwalan waktu reaksi, pembagian waktu reaksi antara lain :

- 1 jam untuk pengisian
- 3 jam untuk reaksi
- 1 jam untuk pengosongan

3.1.3 Tahap pemurnian produk

3.1.3.1 Tahap pemurnian produk utama

Pada tahap ini pemurnian produk utama yaitu Furfural yang sebelumnya telah berubah fase menjadi uap setelah keluar Reaktor dikondensasikan (CD-01) terlebih dahulu, untuk kemudian dimasukkan kedalam Dekanter untuk dilakukan pemisahan dengan cara pemisahan zat-zat yang tidak saling melarut. Setelah dipisahkan produk utama dialirkan kedalam Tangki (T-04).

3.2 Spesifikasi Alat Proses

1. Reaktor (R)

Fungsi : untuk mereaksikan bagasse menjadi Furfural
Sebesar 17938,593 kg/jam dengan
menggunakan katalis asam sulfat 6%

Jenis : Reaktor Batch

Jumlah alat : 5 buah

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 3 atm
- Suhu masuk = 128 °C
- Suhu keluar = 128 °C
- Suhu keluar = 165 °C

Dimensi Reaktor :

- Tinggi Reaktor = 5 m
- Diameter = 2,5 m
- Volume Reaktor = 23,3203 m³
- Tebal dinding = 3/8 in
- Tebal head = 5/16 in
- Jenis head = Flanged and dished head
(Torispherical)
- Bahan = Stainless steel SA-167 grade 11

Coil :

- Diameter coil = 0,03 m
- Panjang coil = 134 m
- Jumlah coil = 26 lilitan
- Tinggi tumpukan coil = 0,1687 m
- Tebal isolasi = 0,19 m
- Jenis isolasi = asbestos

- Jumlah baffle = 4
- Jumlah blade = 6
- Lebar baffle = 0,258 m

Pengaduk :

- Jenis pengaduk = Flate blade turbin
- Jumlah pengaduk = 1 buah
- Diameter pengaduk = 0,833333 m
- Lebar pengaduk = 0,166667 m
- Tenaga pengaduk = 80 Hp
- Kecepatan putaran = 40 rpm

Harga : US \$ 453,230.5217

2. Dekanter-01

Fungsi : Untuk memisahkan larutan fase ringan dan fase berat campuran yang keluar dari Reaktor

(R)

Jenis : Silinder Vertical

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi Operasi :

Suhu : 30 °C

Spesifikasi :

Shell :

Diameter : 4,8 m

Panjang : 7,3 m

Tebal : 0,25 in

Head

Jenis : Flanged and dished head

(Torispherical)

Tinggi : 1 m

Tebal : 0,25 in

Bahan : Stainless steel SA-167 grade 3

Harga : \$ 103.774292

3. Gudang (GD)

Tugas : Menyimpan bahan baku Baggase (ampas tebu) untuk 1 minggu dan tempat di pasang instalasi rotary knife cutter

Jenis : Bangunan berbentuk rumah

Jumlah : 1 buah

Panjang : 100 m

Lebar : 75 m

Tinggi : 7 m

Harga : \$ 12,6651.8035

4. Rotary Cutter (RC)

Tugas : Memotong bagasse hingga berukuran 3 mm

Jenis : Rotary knife cutter

Jumlah : 5 buah

Screen opening : 1/8 in

Putaran : 1450 rpm
Motor : 90 Hp, Motor induksi AC 220 Volt, 3 phase,
50 cycle
Harga : \$ 34,039.6825

5. Belt Conveyor

Tugas : Mengangkut bagasse dari Gudang ke BE-01

Jenis : closed belt conveyor

Kondisi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

Panjang Screw : 4,572 m

Putaran maksimum : 60 rpm

Motor : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$ 5,831.8852

6. Hopper (H)

Tugas : Mengumpulkan (ampas tebu) Bagasse
kedalam Reaktor (R)

Jenis : Bin dengan bagian bawah bentuk konis

Kondisi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

Diameter : 3,87 m

Tinggi : 7,73 m

Tinggi konis : 2,23 m

Tebal : 0,375 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$ 7,666.4720

7. Tangki-01 (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku asam sulfat 36% untuk kebutuhan proses selama 7 hari dengan laju kebutuhan 85 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder dengan flat bottomed dan Torispherical dishead roof

Jumlah : 1 buah

Kondisi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Dimensi Tangki :

Volume : 444,588 m³

Diameter : 6,56 m

Tinggi : 13,13 m

Bahan : Stainless SA-302 Grade B

Harga : \$ 94.000

8. Tangki-03 (T-03)

Fungsi : Menyimpan produk utama Furfural

Jenis : Tangki silinder dengan flat bottomed dan
Torispherical dishead roof

Jumlah : 1

Kondisi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Dimensi Tangki :

Volume : 26,355 m³

Diameter : 3 m

Tinggi : 5,5 m

Bahan : Carbon Steel SA-283

Harga : \$ 15.000

9. Condenser-01 (CD-01)

Fungsi : Mengembukan keluaran hasil atas reactor

Jenis : Shell and Tube

Pendingin : Air sebanyak 17918,16905 kg/jam

Aliran Fluida :

Fluida panas : hasil atas reactor

Fluida dingin : air

Spesifikasi Tube :

OD = 1,25 in

ID = 1,12 in

BWG = 16

Jumlah tube = 196 tube

Pass = 2

Flow area = 0,11 ft²

Pressure drop = 0,3216 psi

Spesifikasi Shell :

IDs = 27 in

Baffle spacing = 5,4 in

Passes = 2

Pressure drop = 0,003 psi

Bahan : Steel Shell and Tube

Harga : \$ 6,359.5149

10. HE-02 (Cooler-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil condenser dari suhu
161 °C sampai 30 °C sebelum diumpan ke
Decanter

Jenis : Shell and tube

Pendingin : Air sebanyak 72329,85 lb/jam

Aliran fluida :

Fluida panas : hasil bawah reactor

Fluida dingin : air

Spesifikasi Tube :

Jumlah tube = 140

Panjang = 20 ft

OD = 1 in

BWG = 8

Pitch = 1,25 in (triangular pitch)

Pass = 4

Pressure drop = 1,4255 psi

Spesifikasi Shell :

IDs = 19,25 in

Baffle spacing = 14,4375 in

Pass = 1

Bahan = Stainless steel;

Harga = \$ 9,474.3318

11. HE-02 (Cooler-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah reaktor dari suhu 128 oC sampai 30 oC sebelum diumpan ke filter (F-01)

Jenis : Shell and tube

Pendingin : Air sebanyak 72329,85 lb/jam

Aliran fluida

Fluida panas : hasil bawah reaktor

Fluida dingin : air

Spesifikasi Tube

Jumlah tube = 140

Panjang = 20 ft

OD = 1 in

BWG = 8

Pitch = 1,25 in (triangular pitch)

Pass = 4

Pressure drop = 1,4255 psi

Spesifikasi Shell

IDs = 19,25 in

Baffle spacing = 14,4375 in

Pass = 1

Bahan = Stainless steel;

Harga = \$ 9,474.3318

12. Pompa-01 (P-01)

Fungsi : Mengalirkan umpan asam sulfat 36% dari tank truck ke tangka penyimpanan (T-01) sebanyak 747,44 kg/jam

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 29,98 gpm

Head	= 20,147 ft
Tenaga pompa	= 0,0503 Hp
Tenaga motor	= 0,08333 Hp Standar NEMA
Harga	= \$ 68,856.6335

13. Pompa-02 (P-02)

Fungsi	: Mengalirkan umpan asam sulfat 36% dari tanki penyimpanan (T-01) Ke Reaktor sebanyak 747,44 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 30 gpm
Head	: 20,147 ft
Tenaga pompa	: 0,0503 Hp
Tenaga motor	: 0,0833 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 1,057.8713

14. Pompa-03 (P-03)

Fungsi	: Mengalirkan fase uap reaktor ke Condensor sebanyak 2758,6712 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 126,06 gpm

Head : 34,37 ft
Tenaga pompa : 0,3166 Hp
Tenaga motor : 0,3333 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 41,323.96

15. Pompa-04 (P-04)

Fungsi : Mengalirkan larutan Slury Menuju UPL (ACC-02) sebanyak 17361,99 kg/jam

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 662,52 gpm

Head : 16 ft

Tenaga pompa : 0,9348 Hp

Tenaga motor : 1 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,077.0880

16. Pompa-05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan larutan keluar Condenser menuju Decanter sebanyak 2758,67 kg/jam

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 126,06 gpm

Head : 34,37 ft

Tenaga pompa : 0,3166 Hp
Tenaga motor : 0,3333 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 3,935.1841

17. Pompa-06 (P-06)

Fungsi : Mengalirkan air hasil atas Decanter sebanyak
222,115 kg/jam

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single
suction, radial flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 10,76 gpm

Head : 53,147 ft

Tenaga pompa : 0,039 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 99,608.3476

18. Pompa-07 (P-07)

Fungsi : Mengalirkan larutan bawah keluaran
Decanter sebanyak 2818,053 kg/jam

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single
suction, radial flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 131,38 gpm

Head : 36,46 ft

Tenaga pompa : 0,34 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 13,342.4556

19. Pompa-05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan larutan Slury dari reaktor menuju ke

Cooler

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 662,52 gpm

Head : 16 ft

Tenaga pompa : 0,9348 Hp

Tenaga motor : 1 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,077.0880

20. Expansion Valve-01 (EV-01)

Tugas : Menurunkan tekanan campuran keluar

Reaktor sebanyak 2758,67 kg/jam dari 3 atm menjadi 1 atm

Jenis : Gate Valve ¼ open

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 2758,67 kg/jam

Bahan : Stain Steel

Suhu : 30 oC

Tekanan :

in = 3 atm

Out = 1 atm

Dimensi pipa :

NPS = 3 in

Sch = 40 N

OD = 3,5 in

ID = 3,068

A't = 0,0526 ft²

Harga : \$ 2,443.3266

21. Expansion Valve-02 (EV-02)

Tugas : Menurunkan tekanan campuran keluar Reaktor sebanyak 17361,99 kg/jam dari 3 atm menjadi 1 atm

Jenis : Gate Valve $\frac{1}{4}$ open

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 17361,99 kg/jam

Bahan : Stain Steel

Suhu : 128 °C

Tekanan :

in = 3 atm

Out = 1 atm

Dimensi pipa :

NPS = 8 in

Sch = 40 N

OD = 8.065 in

ID = 7,981

A't = 0,1986 ft2

Harga : \$ 838.6641



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan dalam pendirian sebuah pabrik adalah menentukan lokasi pabrik. Hal ini disebabkan pada aspek ini akan mempengaruhi faktor keberhasilan dan kelancaran proses produksi. Faktor-faktor lain yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu faktor primer dan faktor sekunder. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi suatu pabrik yaitu :

1. Faktor Primer

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung akan mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi kegiatan produksi dan distribusi dari produk. Faktor-faktor yang termasuk dalam faktor primer diantaranya :

a. Bahan Baku

Sebuah pabrik akan lebih menguntungkan jika lokasi dekat dengan bahan baku karena bisa menghemat waktu dan biaya. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan Furfural ini yaitu Bagasse.

Bagasse direncanakan diambil dari kawasan Pabrik gula sragi Pekalongan.

b. Transportasi

Sarana transportasi di wilayah Kabupaten Pekalongan ini secara ekonomis sangat diuntungkan, karena letak geografisnya

berada di Provinsi Jawa Tengah serta terhubung langsung di jalur utara Pantai Pulau Jawa sehingga mempermudah akses pengiriman bahan baku maupun produk ke daerah pemasaran tanpa mengalami hambatan.

c. Pemasaran Produk

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan suatu proses. Dengan adanya pemasaran yang tepat, maka pabrik akan mendapatkan keuntungan dan dapat menjamin keberlangsungan pabrik. Produk yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan Furfural dalam negeri dan juga untuk kebutuhan ekspor Indonesia.

d. Tenaga Kerja dan Tenaga Ahli

Tenaga kerja dan tenaga ahli dapat dipenuhi dengan mudah di daerah sekitar pabrik maupun dari luar pabrik karena tingginya angka pengangguran sehingga banyak penduduk Indonesia dari berbagai daerah di penjuru negeri yang mencari nafkah di daerah

Kabupaten Pekalongan. Selain berasal dari Indonesia, tenaga ahli juga didapatkan dengan bekerjasama dengan tenaga ahli asing. Sedangkan dalam memenuhi jumlah tenaga kerja akan dipertimbangkan dengan kebutuhan dan keterampilannya yang disesuaikan dengan kriteria perusahaan.

e. Utilitas

Sarana penunjang pabrik atau utilitas yang dibutuhkan seperti air, bahan bakar, dan listrik dapat diperoleh dengan mudah di daerah Kabupaten Pekalongan, karena pabrik yang direncanakan akan berdiri dekat kawasan industri di daerah tersebut. Kebutuhan air akan dapat tercukupi karena letak pabrik yang didirikan dekat dengan laut utara dan muara sungai sehingga dapat mendukung kelangsungan proses kegiatan industri. Sedangkan untuk kebutuhan listrik direncanakan akan diperoleh dari PLN terdekat.

2. Faktor Sekunder

Faktor sekunder merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi sarana yang meningkatkan kinerja dari manajemen pabrik, yaitu meliputi pada proses produksi dan kesejahteraan tenaga kerja. Faktor-faktor yang termasuk dalam faktor sekunder diantaranya :

a. Perluasan Area Unit

Pemilihan lokasi pabrik yang terletak di area perkebunan / persawahan yang memungkinkan adanya perluasan pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk setempat.

b. Keadaan Masyarakat

Keadaan masyarakat merupakan salah satu aspek yang penting karena keadaan masyarakat di lingkungan pabrik akan sangat berpengaruh terhadap pendirian sebuah pabrik. Untuk menunjang serta mendapatkan dukungan dari masyarakat maka pendirian pabrik ini setidaknya memiliki dampak yang positif atau

memberikan manfaat bagi masyarakat, serta menyediakan fasilitas-fasilitas disekitar pabrik yang memungkinkan masyarakat/karyawan hidup dengan baik dan layak.

c. Perumahan

Untuk memfasilitasi karyawan pabrik yang bekerja tentunya membutuhkan fasilitas perumahan untuk tempat tinggal mereka. Fasilitas ini dapat disediakan oleh perusahaan dengan membangun asrama khusus untuk para karyawan pabrik atau apabila pihak perusahaan belum mampu memenuhi kebutuhan ini, perusahaan dapat bekerjasama dengan masyarakat sekitaran pabrik dengan menyediakan (menyewakan) perumahan disekitar berdirinya lokasi pabrik.

d. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu, fasilitas-fasilitas sosial seperti pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan lainnya harus disediakan agar dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup karyawan.

e. Iklim

Iklim bisa mempengaruhi produktivitas pekerja, iklim yang baik tentunya dapat meningkatkan produktivitas kerja, begitu juga sebaliknya. Iklim yang dimaksud disini yaitu seperti kelembapan udara, angin, panas sinar matahari, dan lain-lain. Variasi iklim di

daerah Kabupaten Pekalongan dapat dikatakan sesuai untuk daerah industri.

f. Struktur Tanah

Dengan adanya pendirian pabrik di Kabupaten Pekalongan ini menunjukkan bahwa jenis dan struktur tanah yang ada memang bisa digunakan untuk mendirikan suatu pabrik atau sesuai dengan daerah industri. Serta keadaan tanah di Kabupaten Pekalongan ini juga termasuk dalam struktur tanah yang stabil.

Selain faktor primer dan faktor sekunder, terdapat juga faktor khusus yang perlu diperhatikan seperti :

a. Limbah Pabrik

Perlu diperhatikan juga buangan dari pabrik terutama dampak terhadap kesehatan masyarakat di sekitar lokasi pabrik. Hal ini bisa dilakukan dengan membuat tempat pembuangan limbah dalam suatu bak serta aliran tertentu, khusus tempat untuk proses pembuangan limbah pabrik yang tentunya tanpa mencemari lingkungan sekitaran pabrik.

b. Pengontrolan Terhadap Bahaya Banjir dan Kebakaran

Dapat dilakukan dengan membangun pabrik yang jauh dari perumahan penduduk, serta tidak mendirikan pabrik di lokasi yang rawan bencana seperti banjir. Hal ini dimaksudkan agar jika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan pada pabrik tidak menular ke

permukiman penduduk sekitar yang tentunya akan merugikan banyak pihak.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan bagian dari perancangan pabrik yang berfungsi untuk mengatur susunan letak bangunan untuk daerah proses, area perlengkapan, kantor, gedung, utilitas dan lainnya guna menjamin kelancaran proses produksi dengan baik dan efisien, serta menjaga keamanan dari pabrik tersebut.

Jalannya aliran proses dan aktifitas dari para pekerja yang ada, menjadi dasar pertimbangan dalam pengaturan bangunan-bangunan dalam suatu pabrik sehingga proses dapat berjalan dengan efektif, aman dan kontinyu.

Terdapat beberapa faktor yang diperlukan dalam menentukan tata letak pabrik (*plant layout*) diantaranya :

- a. Kemudahan dalam proses dan operasi yang disesuaikan dengan kemudahan dalam memelihara peralatan serta kemudahan mengontrol hasil produksi
- b. Keselamatan kerja
- c. Adanya kemungkinan perluasan pabrik
- d. Distribusi utilitas yang tepat dan ekonomis
- e. Kebebasan bergerak yang cukup leluasa di antara peralatan proses dan peralatan lainnya yang menyimpan bahan-bahan berbahaya
- f. Penggunaan ruang yang efektif dan ekonomis
- g. Masalah pengolahan limbah pabrik agar tidak mengganggu atau mencemari lingkungan

Berdasarkan faktor diatas, maka pengaturan tata letak pabrik furfural untuk penempatan bangunan dalam kawasan pabrik tersebut diantaranya :

1. Area Proses

Area yang merupakan tempat proses produksi maleat anhidrida berlangsung, daerah ini diletakkan pada lokasi yang memudahkan *supply* bahan baku dari tempat penyimpanan produk serta mempermudah pengawasan dan perbaikan alat-alat.

2. Area Penyimpanan (*Storage*)

Bahan baku serta produk yang dihasilkan disimpan dalam area ini, penyimpanan tersebut diletakkan di daerah yang mudah dijangkau oleh peralatan pengangkutan.

3. Area Utilitas / Sarana Penunjang

Area yang merupakan lokasi dari alat-alat penunjang produksi seperti air, tenaga listrik, pemanas, dan sarana pengolahan limbah.

4. Area Administrasi dan Perkantoran

Area yang merupakan tempat pusat kegiatan administrasi pabrik untuk urusan-urusan dengan pihak-pihak luar maupun dalam pabrik.

5. Area Laboratorium

Area yang merupakan tempat penelitian dan pengembangan, serta tempat untuk *quality control* produk maupun bahan baku.

6. Fasilitas Umum

Area yang berisikan fasilitas-fasilitas bersama yang pada umumnya terdiri darikantin, tempat parkir, klinik pengobatan serta tempat ibadah seperti masjid. Penempatan fasilitas ini bertujuan untuk memberi rasa nyaman kepada karyawan agar memanfaatkan fasilitas tersebut.

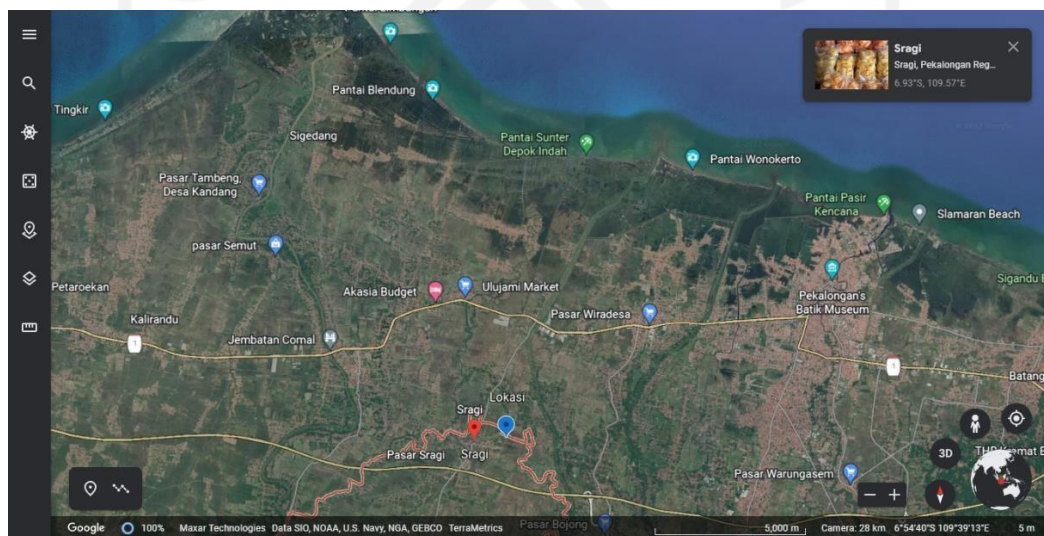
7. Area Perluasan

Area ini memiliki tujuan yaitu untuk kebutuhan pabrik dimasa yang akan datang, seperti halnya peningkatan kapasitas produksi akibat peningkatan produk.

8. Area Pemeliharaan dan Perawatan Pabrik

Area yang digunakan untuk melakukan kegiatan perawatan serta perbaikan peralatan sesuai kebutuhan pabrik. Area ini juga bisa disebut sebagai area perbengkelan (*maintenance*).

Pabrik Furfural ini akan didirikan di daerah Sragi, Kabupaten pekalongan, Jawa Tengah.



Gambar 4.1 Lokasi berdirinya pabrik

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan peralatan dalam pabrik seperti letak ruangan yang cukup antara peralatan satu dengan yang lain. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengoperasian, pemeriksaan, perawatan, serta dapat membuat peralatan bekerja sesuai dengan fungsinya. Hal lain yang perlu diperhatikan yaitu kesinambungan antar alat. Pabrik Furfural dari *bagasse* dan udara akan didirikan diatas tanah dengan panjang m^2 dan lebar m^2 dengan total tanah seluas m^2 .



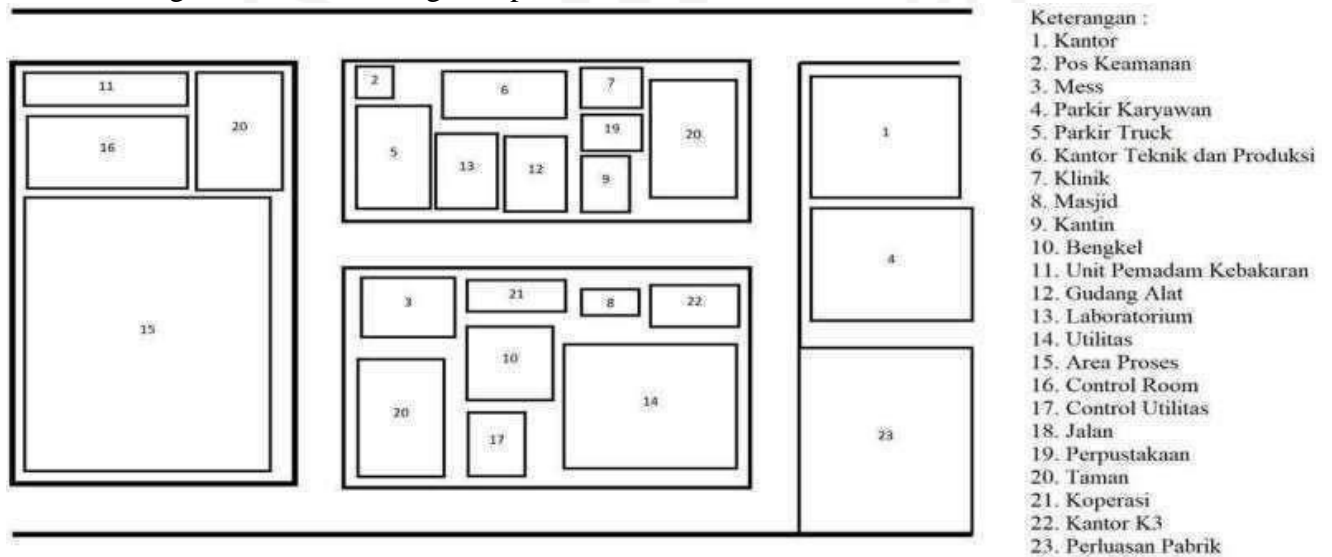
Tabel 4.1 Rincian luas tanah bangunan pabrik

Area	Panjang, m	Lebar, m	Luas Tanah,m²	Luas Bangunan, m²
Kantor Utama	14	49	686	686
Control Utilitas	10	17	170	170
Pos Keamanan	6	8	48	48
Mess Karyawan	23	10	230	230
Kantor Teknik	18	17	306	306
Area Parkir	30	26	780	780
Parkir Truk	15	25	375	375
Klinik	14	10	140	140
Masjid	12	10	120	120
Kantin	10	20	200	200
Bengkel	10	25	250	250
Unit Pemadam Kebakaran	30	10	300	300
Gudang Peralatan	15	20	300	300
Laboratorium	30	10	300	300

Area	Panjang, m	Lebar, m	Luas Tanah,m ²	Luas Bangunan, m ²
Area Proses	85	60	5100	5100
Control Room	30	15	450	450
Perpustakaan	14	10	140	140
Koperasi	14	10	140	140
Ruang K3	20	10	200	200
Taman	60	20	1200	-
Jalan	1000	15	15000	-
Perluasan Pabrik	20	100	2000	-
Total			29435	11235

Berikut ini merupakan gambar tata letak pabrik (plant lay out) Furfural dari

Bagasse dan udara dengan kapasitas 20.000 ton/tahun.



Gambar 4.2 Lay out pabrik skala 1 : 1000

4.3 Tata Letak Alat Proses

Penyusunan tata letak dari alat-alat proses yang maksimum memberikan suatu operasi yang efisien dan meminimalkan biaya konstruksi. Pentingnya pengaturan tata letak alat-alat proses yaitu karena erat kaitannya dengan perencanaan bangunan pabrik dan bertujuan agar :

- a. Alur proses produksi dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan efisien
- b. Rasa aman, nyaman, leluasa dan keselamatan dapat dirasakan oleh para pekerja Terdapat tiga macam penyusunan tata letak alat proses, diantaranya :

1. Tata Letak Produk atau Garis (Product Lay Out / Line Lay Out)

Pabrik yang memproduksi suatu produk dengan jumlah yang besar dan secara kontinyu, susunan mesin / alatnya biasanya menggunakan tata letak ini karena mesin / peralatan berdasarkan urutan proses produksi.

2. Tata Letak Proses atau Fungsional (Process / Fungsional Lay Out)

Pabrik yang memproduksi lebih dari satu jenis produk biasanya menggunakan susunan mesin / peralatan ini karena berdasarkan pada fungsi yang sama pada ruang tertentu.

3. Tata Letak Kelompok (Group Lay Out)

Tata letak ini merupakan kombinasi / gabungan dari tata letak produk atau garis dan tata letak proses atau fungsional, dan biasanya dipakai oleh pabrik yang memproduksi lebih dari satu jenis produk.

Berdasarkan macam-macam tata letak alat proses yang ada, pabrik Furfural akan menggunakan tata letak proses atau fungsional (process / fungsional lay out). Dalam perancangan / pendirian sebuah pabrik, tentunya diinginkan konstruksi yang ekonomis dan operasi yang efisien dari suatu unit proses yang bergantung pada keadaan penyusunan alat proses tersebut. Agar keinginan tersebut dapat terpenuhi, kita harus memperhatikan dan mempertimbangkan faktor-faktor dalam penyusunan tata letak alat proses tersebut. Diantaranya adalah :

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan elevasi pipa, di mana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas bekerja.

2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi.

4. Lalu Lintas Manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata Letak Alat Proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak Antar Alat Proses

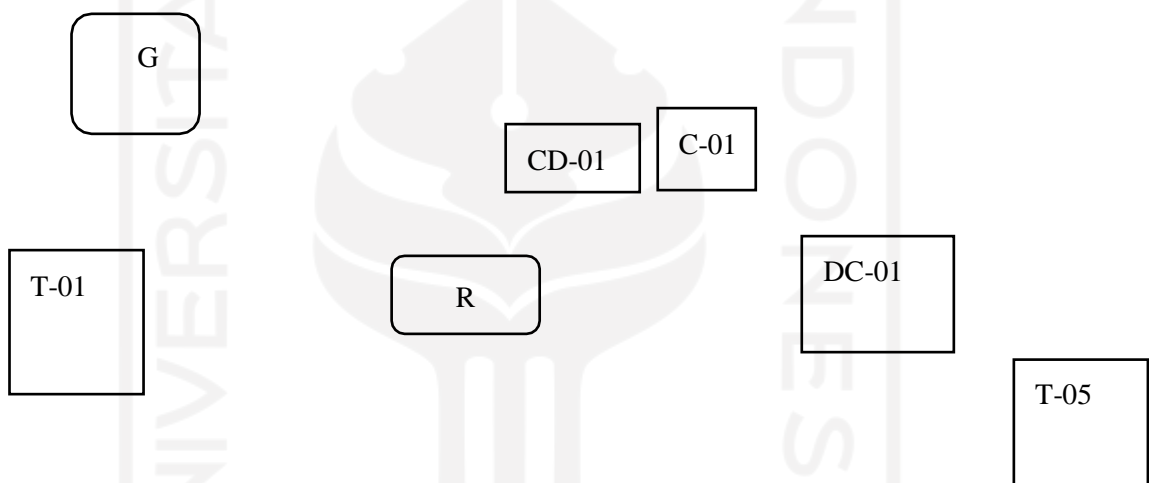
Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengaktifkan penggunaan luas lantai

- c. Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk kapital yang tidak penting
- d. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.

Berikut ini merupakan gambar tata letak alat proses Furfural dari Bagasse dengan kapasitas 20.000 ton/tahun.



Gambar 4.3 Tata letak alat proses skala 1 : 1000

4.4 Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan (*Maintenance*) berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi lebih tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan

secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Over haul* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang mengalami kerusakan, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* :

3. Umur alat

Semakin tua umur alat maka semakin banyak perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan alat.

4. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

5. Tenaga Manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih, dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik tentunya.

4.5 Alir Proses dan Material

4.5.1 Neraca Massa

1. Reaktor

Tabel 4.2 Neraca massa pada reaktor

Senyawa	BM	Kg/Jam				
		Masuk			Keluar	
		1	2	3	4	5
Bagasse		18381				6319
H ₂ SO ₄	98		276			276
H ₂ O	18		6	110286	31534	78758
Furfural	96				2617	
Glukosa	180					7689
Pentosa	150					1753
Total			128948		128948	

2. Kondensor

Tabel 4.3 Neraca massa pada kondensor

Senyawa	BM	Kg/Jam	
		Masuk	Keluar
		4	6
Furfural	96	2617	2617
H ₂ O	98	31534	31534
Total		34151	34151

3. Dekanter

Tabel 4.4 Neraca massa pada dekanter

Senyawa	BM	Kg/Jam		
		Masuk	Keluar	
		6	7	8
Furfural	96	2617	105	2513
H ₂ O	18	31534	31521	13
Total		34151	31626	2525
			34151	

4.5.2 Neraca panas

4. Reaktor

Tabel 4.5 Neraca panas pada reaktor

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	372520	0
Qout	0	458910
Qreaksi	125161.677	0
Qpendingin	0	38771.7
Total	497681.677	497681.7

5. Kondenser

Tabel 4.6 Neraca panas pada kondensor

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	373493.4	0
Qout	0	27970.017
Qpendingin	0	345523.417
Total	7.508.812,9788	7.508.812,9788

6. Cooler

Tabel 4.7 Neraca panas pada cooler

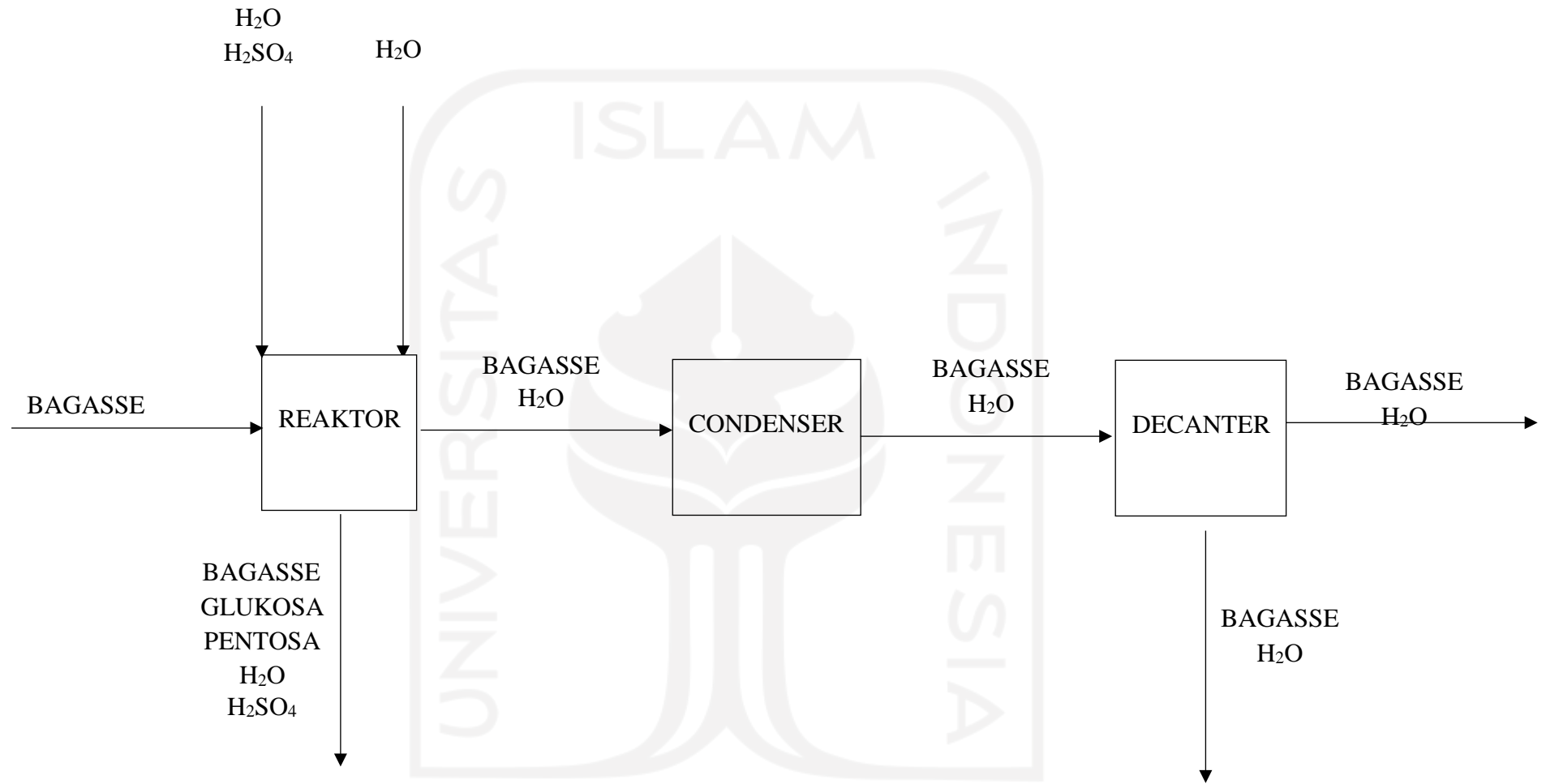
	Aliran Masuk (Kj/jam)	Aliran Keluar (Kj/jam)
Qin	2161568.4922	
Qout		101143.3925
Qpendingin		2060425.0997
Total	2161568.4922	2161568.4922

7. Dekanter

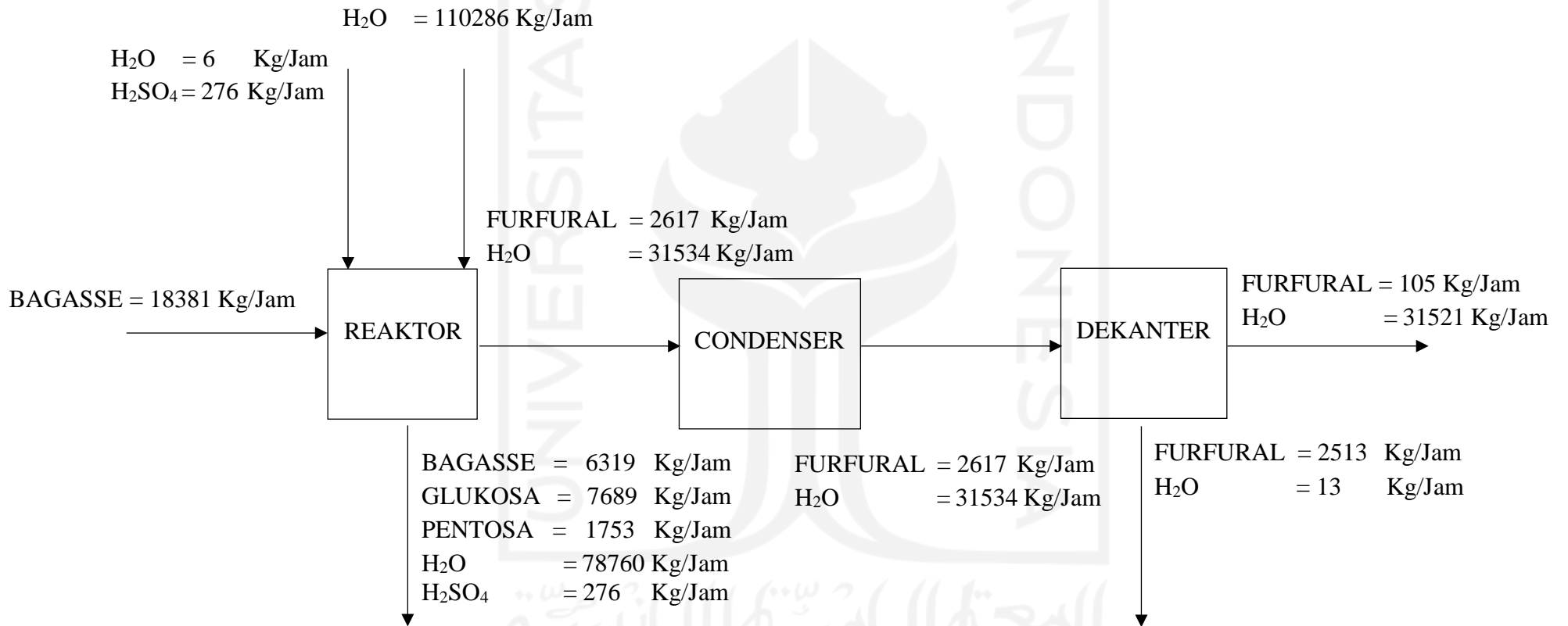
Tabel 4.8 Neraca massa pada dekanter

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	16863.21985	0
Qout	0	16863.21985
ΔH 298 K	-31328.13698	0
Q	0	-31328.13698
Total	-14464.91713	-14464.91713





Gambar 4.4 Diagram alir kualitatif



Gambar 4.5 Diagram kuantitatif



4.6 Penyediaan Teknik (Utilitas)

Utilitas merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang proses produksi pada suatu industri kimia. Karena sebuah pabrik dalam melakukan proses industri kimia tidak akan mampu berjalan dengan baik tanpa adanya utilitas. Agar kegiatan operasional pabrik berjalan dengan baik, maka dibutuhkan perancangan yang tepat. Ada beberapa unit dalam perencanaan utilitas agar kebutuhan utilitas tersebut dapat tercapai, yaitu diantaranya :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air (Water System)
2. Unit pembangkit steam (Steam Generation System)
3. Unit pembangkit dan pendistribusian listrik (Power Plant and Power Distribution System)
4. Unit penyediaan udara instrumen (Instrument Air System)
5. Unit penyediaan bahan bakar (Fuel System)

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water System*)

4.6.1.1 Unit Pengolahan Air

Air merupakan salah satu bahan baku maupun bahan penunjang yang sangat dibutuhkan dalam proses produksi. Unit penyediaan dan pengolahan air merupakan unit yang berfungsi sebagai penyedia kebutuhan air untuk seluruh kegiatan dalam suatu pabrik. Selain sebagai penyedia kebutuhan air, unit ini juga mengolah air proses, air pendingin, air sanitasi, dan air pemadam kebakaran hingga siap untuk digunakan. Dalam industri, untuk

memenuhi kebutuhan air pada umumnya menggunakan air laut, air sungai, air danau hingga air sumur.

Dalam perancangan pabrik maleat anhidrida ini, sumber air yang digunakan akan diambil dari air laut selatan Pulau Jawa di Kabupaten Pekalongan. Berikut ini beberapa pertimbangan dalam menggunakan air laut sebagai sumber air untuk kebutuhan pabrik :

- a. Air laut dapat diperoleh dalam jumlah yang besar
- b. Lokasi laut yang dekat dengan tempat berdirinya pabrik
- c. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
- d. Air laut merupakan sumber yang kontinuitasnya tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari

Air yang diproduksi unit utilitas digunakan antara lain sebagai berikut :

1. Air Pendingin

Air pendingin diproduksi oleh menara pendingin (*cooling tower*).

Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan, untuk dapat digunakan sebagai air dalam proses pendinginan pada alat pertukaran panas (*heat exchanger*) dari alat yang membutuhkan pendinginan seperti pada reaktor-01 (R-01) dan *cooler*-01 (CL-01).

Air pendingin yang keluar dari media-media perpindahan panas di areaproses akan disirkulasikan dan didinginkan kembali seluruhnya di dalam *cooling tower*. Penguapan dan kebocoran air akan terjadi di dalam *cooling tower* ini. Oleh karena itu, untuk menjaga jumlah air pendingin

harus ditambah air make up yang jumlahnya sesuai dengan jumlah air yang hilang.

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

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
 - b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya
 - c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume
 - d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin
 - e. Tidak terdekomposisi
2. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi pada boiler disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S , dan NH_3 . O_2 termasuk penyebab terjadinya korosi pada boiler karena terjadi *aerosi* atau kontak antara O_2 dengan udara luar.

- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*Scale Forming*)

Pembentukan kerak disebabkan adanya suhu tinggi serta kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

c. Zat yang menyebabkan *Forming*

Forming pada boiler ini disebabkan karena air yang diambil kembali dari proses pemanasan, air-air tersebut bisa saja mengandung zat-zat organik yang tidak larut dalam jumlah besar dan efek pembusaan terjadi pada alkalitas tinggi.

Umpan atau *steam* dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas.

Adapun syarat air umpan boiler, yaitu :

- a. Tidak membentuk kerak dalam reboiler
- b. Tidak menyebabkan korosi dalam pipa
- c. Tidak membuih (berbusa)

3. Air Sanitasi

Air sanitasi merupakan air yang akan dipakai untuk keperluan sanitasi. Air ini digunakan diantaranya untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, dan masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu diantaranya :

- a. Syarat fisika, meliputi :
 - Suhu : dibawah suhu udara
 - Warna : jernih
 - Rasa : tidak berasa
 - Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi :

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air
- Tidak mengandung bakteri terutama patogen yang dapat merubah fisik air
- Tidak mengandung bahan beracun

Sebelum digunakan, air laut / air sungai harus perlu diproses terlebih dahulu agar dapat memenuhi syarat untuk dapat digunakan menjadi proses, air umpan boiler, air pendingin maupun air untuk kegiatan dalam pabrik.

Adapun tahap-tahap yang perlu dilakukan dalam pengolahan air laut diantaranya :

1. Penyaringan Awal / *Screen* (WF)

Sebelum air laut mengalami proses pengolahan, air dari laut harus terlebih dahulu mengalami pembersihan awal dimana air laut dilewatkan *screen* (penyaringan awal). *Screen* disini berfungsi untuk menahan komponen-komponen / kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya. Kemudian air tersebut dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak Pengendap (B-01)

Air laut setelah melalui penyaringan awal / *screen* lalu dialirkan ke bak pengendap awal. Fungsinya yaitu untuk mengendapkan lumpur dan kotoran yang mudah mengendap karena ukurannya yang masih cukup

besar tetapi bisa terlewat dari penyaringan awal (*screen*). Kemudian air dialirkan ke bakpengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

3. Bak Penggumpal (B-02)

Air setelah melalui bak pengendap awal lalu dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan(larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($Al_2(SO_4)_3$) dan Na_2CO_3 .

4. Clarifier (C-01)

Setelah air melewati bak penggumpal air, kemudian air dialirkan ke *clarifier*. *Clarifier* disini berfungsi untuk memisahkan / mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bak penggumpal. Air baku yang telah dialirkan kedalam *clarifier* yang alirannya telah diatur ini akan diaduk dengan agitator. Air keluar dari *clarifier* pada bagian pinggir secara *overflow* sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak Penyaring / *Sand Filter* (B-03)

Setelah air keluar melewati *clarifier*, air kemudian dialirkan ke bak saringan pasir. Bak penyaring pasir ini memiliki tujuan yaitu untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih terlewat atau yang masih ditemukan dalam air dan belum terendapkan. Penyaringan dan pengendapansecara bertahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa air benar-benar bersih dari pengotor sehingga aman ketika digunakan untuk

proses produksimaupun kegiatan pabrik lainnya. Penyaringan pada tahap ini menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. Reverse Osmosis

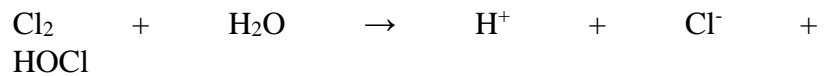
Air yang telah melewati proses penyaringan di *sand filter* akan dialirkan ke dalam alat *reverse osmosis* untuk di desalinasi. Proses desalinasi merupakan proses untuk menghilangkan kadar garam yang terdapat didalamair.

7. Bak Penampung Sementara (B-04)

Air yang telah melewati proses *sand filter* kemudian dialirkan kedalam tangki penampung sementara. Proses setelahnya bergantung pada fungsi airtersebut karena setelah dari bak penampung sementara spesifikasi untuk airproses, air umpan boiler dan air pendingin berbeda dengan air yang digunakan untuk kegiatan selain proses produksi.

8. Tangki Karbon Aktif (TU-01)

Air setelah melewati bak penampung sementara akan dialirkan menuju ke tangki karbon aktif. Dalam tangki karbon aktif ini, air ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganismeperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung di dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Klor merupakan zat kimia yang sering dipakai karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya. Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksinya adalah sebagai berikut :



(4.1)

Asam hipoklorid pecah sesuai reaksi berikut :



(4.2)

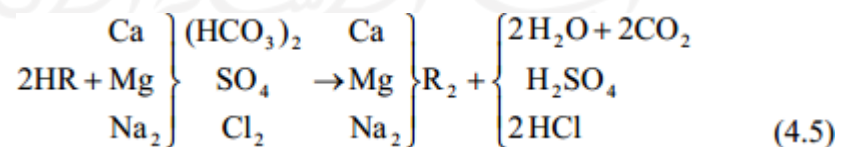
9. Tangki Air Bersih (TU-02)

Setelah itu air dialirkan ke dalam tangki air bersih untuk digunakan sebagai keperluan sehari-hari dan perkantoran. Tangki air bersih ini berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

10. Tangki Kation Exchanger (TU-03)

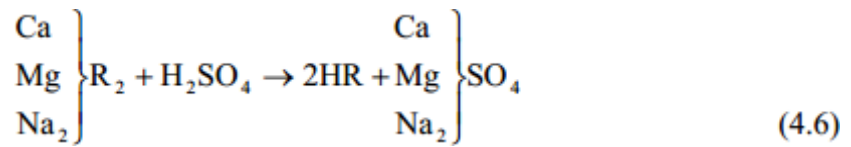
Air yang berasal dari bak penampung sementara memiliki fungsi sebagai *make up boiler*, selanjutnya air diumpankan ke tangki kation exchanger. Tangki ini berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi :



(4.3)

Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan kembali jenuh sehingga perlu regenerasi kembali dengan asam sulfat (H_2SO_4).



(4.4)

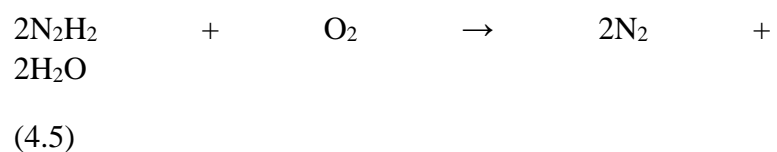
11. Tangki Anion Exchanger (TU-04)

Air yang telah keluar dari tangki kation exchanger kemudian akan diumpankan ke tangki anion exchanger. Tangki ini memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan terikat dengan resin.

12. Unit Deaerator (DE)

Deaerasi merupakan proses pembebasan air umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (kation exchanger dan anion exchanger) akan dipompakan menuju deaerator.

Pada pengolahan air untuk (terutama) boiler tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yang dapat menimbulkan korosi. Unit *deaerator* ini memiliki fungsi untuk menghilangkan gas O_2 dan CO_2 yang dapat menimbulkan korosi. Di dalam *deaerator* diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_2) yang berfungsi untuk mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut :



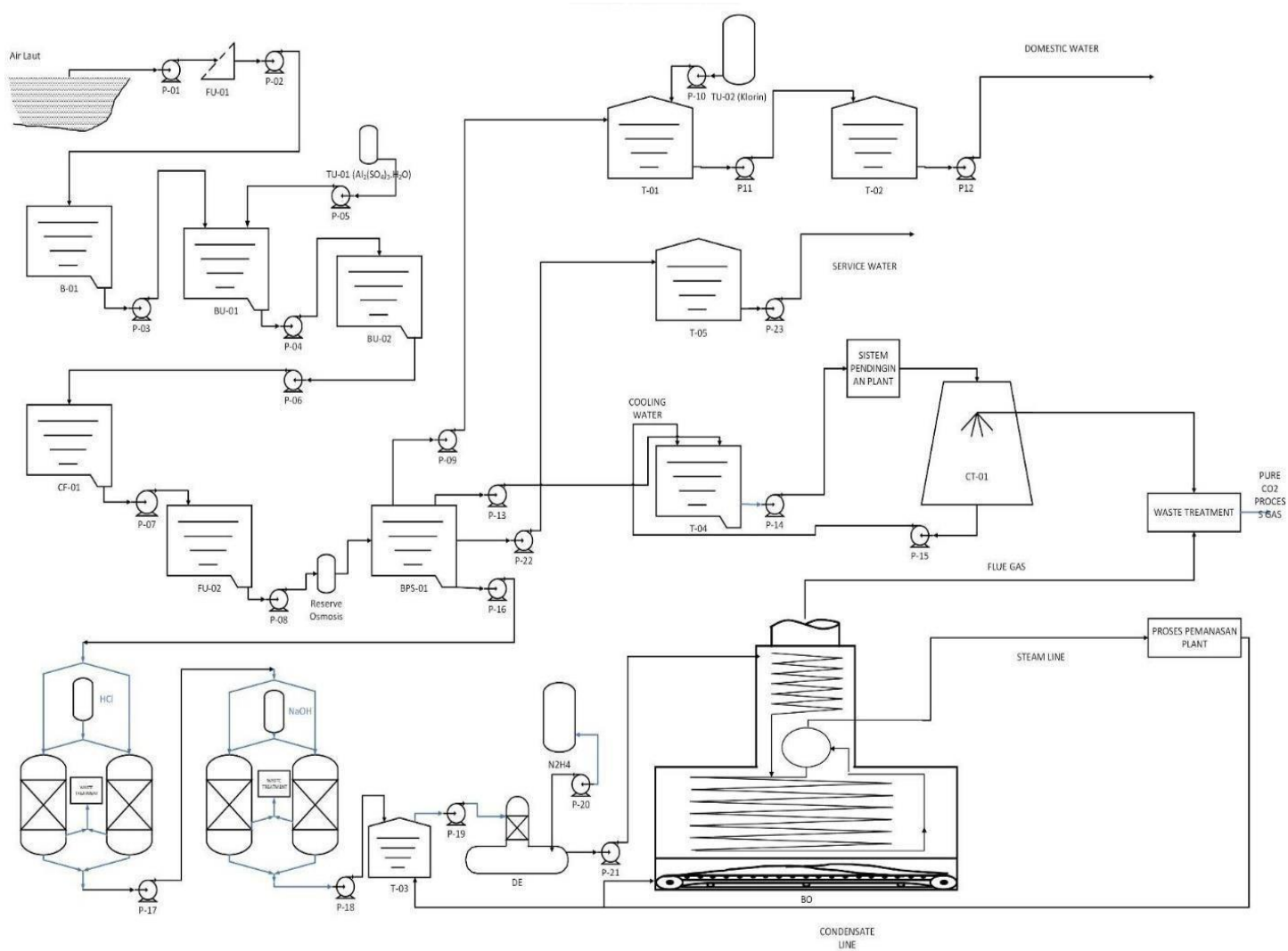
Sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada tube boiler. Air yang keluar dari *deaerator* kemudian dialirkan dengan pompa sebagai air umpanboiler (*boiled feed water*).

13. Bak Air Pendingin (B-05)

Pendingin yang dipakai dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower*, diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- Klorin, berfungsi untuk membunuh mikroorganisme
- Fosfat, berfungsi untuk mencegah timbulnyakerak
- Zat dispersant, berfungsi untuk mencegah timbulnya penggumpalan

Proses pengolahan air laut pada bagian utilitas dapat diolah dengan alurproses pada diagram alir pengolahan air laut pada Gambar 4.6 di bawah ini :



Gambar 4.6 Diagram Alir Pengolahan Air Laut

4.6.1.2 Perhitungan Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pembangkit Steam (Steam Water)

Tabel 4.13 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
Reaktor-01	R-01	5.968,7712
Total		5.968,7712

Air pembangkit steam sebanyak 80% digunakan kembali, maka make up yang diperlukan sebanyak 20%, sehingga kebutuhan make up steam sebesar :

$$= 20\% \times 5.968,7712 \text{ kg/jam}$$

$$= 1.193,754 \text{ kg/jam}$$

- o Menghitung blowdown

$$\text{Blowdown} = 15\% \times \text{kebutuhan steam}$$

$$= 895,3 \text{ kg/jam}$$

- o Menghitung air yang menguap

$$\text{Air yang menguap} = 5\% \times \text{kebutuhan steam}$$

$$= 298,44 \text{ kg/jam}$$

- o Menghitung kebutuhan air make up steam

$$\text{Make up air steam} = \text{Blowdown} + \text{air yang menguap}$$

$$= 895,3 + 298,44$$

$$= 1.193,7 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan air dirancang oversized 20%, menjadi :

$$= (1 + 20\%) \times 1.193,7$$

$$= 1.432,44 \text{ kg/jam}$$

2. Kebutuhan Air Pendingin (Cooling Water)

Tabel 4.14 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
Reaktor-01	R-01	1.673,2569
<i>Condensor-01</i>	CD-01	26.483,9726
<i>Cooler-01</i>	CL-01	240,4704
Total		28.559,1826

Air pembangkit steam sebanyak 80% digunakan kembali, maka make up yang diperlukan sebanyak 20%, sehingga make up steam sebesar :

$$= 20\% \times 28.559,1826 \text{ kg/jam}$$

$$= 34.271,0191 \text{ kg/jam}$$

o Jumlah air yang menguap (W_e)

$$W_e = 1.487,9140 \text{ kg/jam}$$

o Jumlah air yang terbawa aliran keluar tower (W_d)

$$W_d = 6,8542 \text{ kg/jam}$$

o Blowdown (Wb)

$$W_b = 365,1243 \text{ kg/jam}$$

o Jumlah air make up (Wm) $W_m = W_e + W_d + W_b$

$$W_m = 1.487,9140 + 6,8542 + 365,1243 = 1.859,8926 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan air dirancang oversized 20%, menjadi :

$$= (1 + 20\%) \times 1.859,8926$$

$$= 2.231,8711 \text{ kg/jam}$$

3. Kebutuhan Air Untuk Keperluan Perkantoran dan Pabrik

a. Domestic Water

- Kantor

Jumlah karyawan = 151 orang

Perkiraan kebutuhan air tiap orang = 100 liter/hari

Kebutuhan air total = $151 \times 100 \text{ liter/hari} = 15.100 \text{ liter/hari} = 629,1667 \text{ kg/jam}$

- Rumah

Jumlah mess yang didirikan = 24 rumah

Jumlah orang tiap mess = 3 orang

Perkiraan kebutuhan air tiap orang = 100 liter/hari

Kebutuhan air untuk mess = $24 \times 3 \times 100 \text{ liter/hari} = 7.200 \text{ liter/hari}$

$$= 300 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan total air domestik = $629,1667 + 300 = 929,1667 \text{ kg/hari}$

$$= 929,1667 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan air dirancang oversized 20%, menjadi :

$$= (1 + 20\%) \times 929,1667$$

$$= 1.115 \text{ kg/jam}$$

b. Service Water

Tabel 4.15 Kebutuhan Service Water

Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
Bengkel	200
Poliklinik	200
Laboratorium	500
Pemadam Kebakaran (<i>fire station</i>)	1.000
Kantin, Masjid, dan Kebun	2.000
Total	3.900

$$\text{Kebutuhan service water} = 3.900 \text{ kg/hari}$$

$$= 162,5 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan air total} = \text{Domestic Water} + \text{Service Water}$$

$$= 1.115 + 162,5$$

$$= 1.277,5 \text{ kg/jam}$$

c. Process Water

Tabel 4.16 Kebutuhan Air Total

Keperluan	Kebutuhan (kg/jam)
<i>Domestic Water</i>	1115
<i>Service Water</i>	162,5
<i>Cooling Water</i>	36.502,8902
<i>Steam Water</i>	11.095,1311
Total	48.875,5214

Kebutuhan air total = 48.875,5214 kg/jam

Kebutuhan air dirancang overdesign 20%, menjadi :

$$= (1 + 20\%) \times 48.875,5214$$

$$= 58.650,6256 \text{ kg/jam}$$

4.6.2 Unit Pembangkit Steam

Unit pembangkit steam ini memiliki tujuan yaitu untuk memenuhi kebutuhan steam pada produksi dengan cara menyediakan steam untuk boiler. Sebelum air dari water treatment plant digunakan sebagai umpan boiler, mula-mula diatur terlebih dahulu kadar silika, oksigen, dan bahan terlarut lainnya dengan cara menambahkan bahan kimia ke dalam boiler feed water tank. Kemudian air dialirkan ke dalam economizer sebelum dialirkan masuk ke dalam boiler yaitu alat penukar panas dengan tujuan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran residu boiler. Gas dari sisa pembakaran tersebut dialirkan menuju economizer sebelum dibuang

melalui cerobong asap. Setelah uap air terkumpul kemudian dialirkan menuju steam header untuk didistribusikan menuju alat-alat proses.

4.6.3 Unit Pembangkit dan Pendistribusian Listrik (Power Plant and Power Distribution System)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh PLN (Persero), selain itu cadangan listrik dihasilkan dari generator pabrik yang digunakan apabila terjadi gangguan listrik pada PLN terdekat. Generator ini memiliki tujuan agar proses produksi pada pabrik bisa tetap berlangsung meskipun ada gangguan pasokan listrik dari PLN.

Generator yang dipakai merupakan generator arus bolak-balik dengan alasan :

- a. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- b. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Energi listrik pada pabrik ini diperlukan untuk penggerak alat-alat proses, alat utilitas, AC, penerangan, laboratorium dan bengkel serta untuk instrumentasi.

Berikut ini merupakan rincian kebutuhan listrik :

1. Listrik untuk plant
 - a. Kebutuhan untuk peralatan proses

Tabel 4.17 Kebutuhan Listrik Untuk Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	P-01	1,5	1.118,5500
Pompa-02	P-02	1,5	1.118,5500
Pompa-03	P-03	0,75	559,2750
Pompa-04	P-04	0,5	372,8500
Pompa-05	P-05	0,1667	124,2833
Blower-01	BL-01	1	745,7000
Blower-02	BL-02	0,5	372,8500
Blower-03	BL-03	0,125	93,2125
Blower-04	BL-04	0,1667	124,2833
Blower-05	BL-05	0,1667	124,2833
Kompresor-01	K-01	35,99	5.374,8342
Kompresor-02	K-02	2,5347	1.890,1181
Bucket	BE-01	0,75	559,2750
Elevator-01			
Total		45,6496	34.040,9398

Power yang dibutuhkan = 34.040,9398 Watt

= 34,0409 kW

b. Kebutuhan untuk unit utilitas

Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik Untuk Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Kompresor Udara	KU-01	15	11.185,5000
Blower Cooling Tower	CT-01	0,5	372,8500
Pompa-01	PU-01	3	2.237,1000
Pompa-02	PU-02	3	2.237,1000
Pompa-03	PU-03	3	2.237,1000
Pompa-04	PU-04	3	2.237,1000
Pompa-05	PU-05	0,05	37,2850
Pompa-06	PU-06	3	2.237,1000
Pompa-07	PU-07	3	2.237,1000
Pompa-08	PU-08	3	2.237,1000
Pompa-09	PU-09	0,25	186,4250
Pompa-10	PU-10	0,05	37,2850
Pompa-11	PU-11	0,25	186,4250
Pompa-12	PU-12	0,25	186,4250
Pompa-13	PU-13	2	1.491,4000
Pompa-14	PU-14	2	1.491,4000
Pompa-15	PU-15	2	1.491,4000
Pompa-16	PU-16	1,5	1.118,5500

Nama Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-17	PU-17	1,5	1.118,5500
Pompa-18	PU-18	1,5	1.118,5500
Pompa-19	PU-19	1,5	1.118,5500
Pompa-20	PU-20	0,05	37,2850
Pompa-21	PU-21	1,5	1.118,5500
Pompa-22	PU-22	0,05	37,2850
Pompa-23	PU-23	0,05	37,2850
Total		51	38.030,7000

Power yang dibutuhkan = 38.030,7 Watt

= 38,0307 kW

2. Listrik untuk penerangan

Kebutuhan listrik untuk penerangan = 105,2 kW

3. Listrik untuk AC

Kebutuhan listrik untuk AC = 20 kW

4. Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel = 15 kW

5. Listrik untuk instrumentasi

Kebutuhan listrik untuk instrumentasi = 30 kW

Tabel 4.19 Kebutuhan Listrik Total

Keperluan	Kebutuhan (kW)
Alat Proses	34,0409
Alat Utilitas	38,0307
Penerangan	105,2
AC	20
Laboratorium dan Bengkel	15
Instrumentasi	30
Total	242,2716

4.6.4 Unit Penyedia Udara Instrumen

Unit penyedia udara instrumen ini memiliki fungsi yaitu untuk menyediakan kebutuhan udara yang diperlukan oleh semua alat controller, dimana setiap alat controller membutuhkan sekitar 1 ft³/menit atau 28,32 liter/menit dimana jumlah alat controller pada pabrik yaitu sebanyak 20 buah. Sehingga total kebutuhan udara tekan pada unit ini yaitu sebesar 33,984 m³/jam. Kandungan air dalam udara harus dipisahkan terlebih dahulu karena unit penyedia udara tekan harus disimpan dalam kondisi kering.

4.6.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Pada unit penyedia bahan bakar ini memiliki fungsi untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) yang diperoleh dari PT. Pertamina Cilacap, sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah fuel

oil yang juga diperoleh dari PT. Pertamina Cilacap. Untuk jumlah bahan bakar yang dipakai untuk kebutuhan generator yaitu sebesar 157,3207 kg/jam, sedangkan bahan bakar yang dipakai untuk kebutuhan boiler yaitu sebesar 1.771,0712 kg/jam.

4.7 Laboratorium

Laboratorium merupakan salah satu bagian yang penting dalam penunjang proses produksi dalam pabrik dan menjaga mutu dari produk yang dihasilkan, sedang peran yang lain adalah sebagai pengendalian pencemaran lingkungan, baik udara maupun limbah cair. Berikut ini merupakan tugas dari laboratorium, yaitu :

1. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
2. Memeriksa polusi udara maupun limbah cair
3. Memeriksa bahan baku dan bahan penolong yang akan dipakai
4. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi

Laboratorium melaksanakan kerja selama 24 jam sehari dan dibagi ke dalam kelompok kerja shift dan non shift.

a. Kelompok Non Shift

Kelompok ini mempunyai tugas untuk melaksanakan analisa khusus yaitu analisa kimia yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang dibutuhkan laboratorium unit dalam rangka membantu pekerjaan kelompok shift. Kelompok tersebut melakukan tugasnya dilaboratorium utama yang memiliki tugas diantaranya yaitu :

- o Menganalisa bahan buangan penyebab polusi tangki
- o Menyiapkan reagen untuk analisa laboratorium unit

- o Melakukan penelitian atau pekerjaan untuk membantu kelancaran produksi
- b. Kelompok Shift

Kelompok kerja ini mengadakan tugas pemantauan dan analisa-analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melakukan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu kerja shift selama 24 jam dengan masing-masing shift bekerja selama 8 jam.

Analisa yang dilakukan kelompok shift bersifat rutin. Berbeda dengan kelompok non-shift yang bekerja seperti karyawan kantor, kelompok shift bekerja selama 24 jam per hari, sehingga diperlukan pembagian shift.

4.8 Organisasi Perusahaan

Organisasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari sub-sistem atau bagian-bagian yang saling berkaitan satu sama lainnya dalam melakukan aktivitasnya. Aktivitas ini bukanlah merupakan suatu kegiatan yang temporer atau sesaat saja, akan tetapi merupakan kegiatan yang memiliki pola atau urutan yang dilakukan secara relatif teratur dan berulang-ulang. Organisasi sering diartikan sebagai kelompok yang secara bersama-sama ingin mencapai suatu tujuan yang sama (Priyono, 2007).

Keberhasilan suatu perusahaan / industri dalam mencapai tujuannya sangat tergantung pada pengelolaan (management) organisasi yang meliputi perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian, pembagian wewenang dan tanggung jawab.

4.8.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Furfural dari Bagasse dengan kapasitas 20.000 Ton/Tahun yang akan didirikan direncanakan mempunyai bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan tersebut. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham. Alasan dipilihnya bentuk perseroan terbatas adalah didasarkan atas beberapa faktor, yakni diantaranya sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pengurus perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah pemegang saham, sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staf, dan karyawan perusahaan.

5. Efisiensi manajemen.
6. Pemegang saham dapat memilih orang sebagai dewan komisaris beserta direktur yang cakap dan berpengalaman.
7. Lapangan usaha lebih luas.
8. Suatu perusahaan perseroan terbatas dapat menarik modal yang besar dari masyarakat, sehingga dapat memperluas usaha.
9. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
10. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
11. Mudah bergerak di pasar global.

Bentuk perseroan terbatas memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Perusahaan dibentuk berdasarkan hukum

Pembentukan menjadi badan hukum disertai akte perusahaan yang berisi informasi-informasi nama perusahaan, tujuan-tujuan perusahaan, jumlah modal dan lokasi kantor pusat. Setelah pengelola perusahaan menyerahkan akte perusahaan dan disertai uang yang diminta untuk keperluan akte perusahaan, maka izin diberikan. Dengan izin ini perusahaan secara sah dilindungi oleh hukum dalam pengelolaan intern perusahaan.

- b. Badan hukum terpisah dari pemiliknya (pemegang saham)

Hal ini dimaksud bahwa perusahaan ini didirikan bukan dari perkumpulan pemegang saham tetapi merupakan badan hukum yang terpisah. Kepemilikannya dimiliki dengan memiliki saham. Apabila seorang pemilik saham telah meninggal

dunia, maka saham dapat dimiliki oleh ahli warisnya atau pihak lain sesuai dengan kebutuhan hukum. Kegiatan-kegiatan perusahaan tidak terpengaruh olehnya.

c. Menguntungkan bagi kegiatan-kegiatan yang berskala besar

Perseoran terbatas sesuai dengan perusahaan berskala besar dengan aktifitas- aktifitas yang kompleks.

4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana orang-orang yang mempunyai satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Untuk menjalankan segala aktifitas didalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab serta hubungan antara bagian-bagian dalam perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang, dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut. Struktur organisasi dari sebuah perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini yaitu sebagai berikut :

- a. Pemegang saham
- b. Dewan komisaris
- c. Direktur utama
- d. Direktur

- e. Kepala bagian
- f. Kepala seksi
- g. Karyawan dan Operator

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- a. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b. Pendelegasian wewenang
- c. Pembagian tugas kerja yang jelas
- d. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- e. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- f. Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem line dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya tanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

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

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

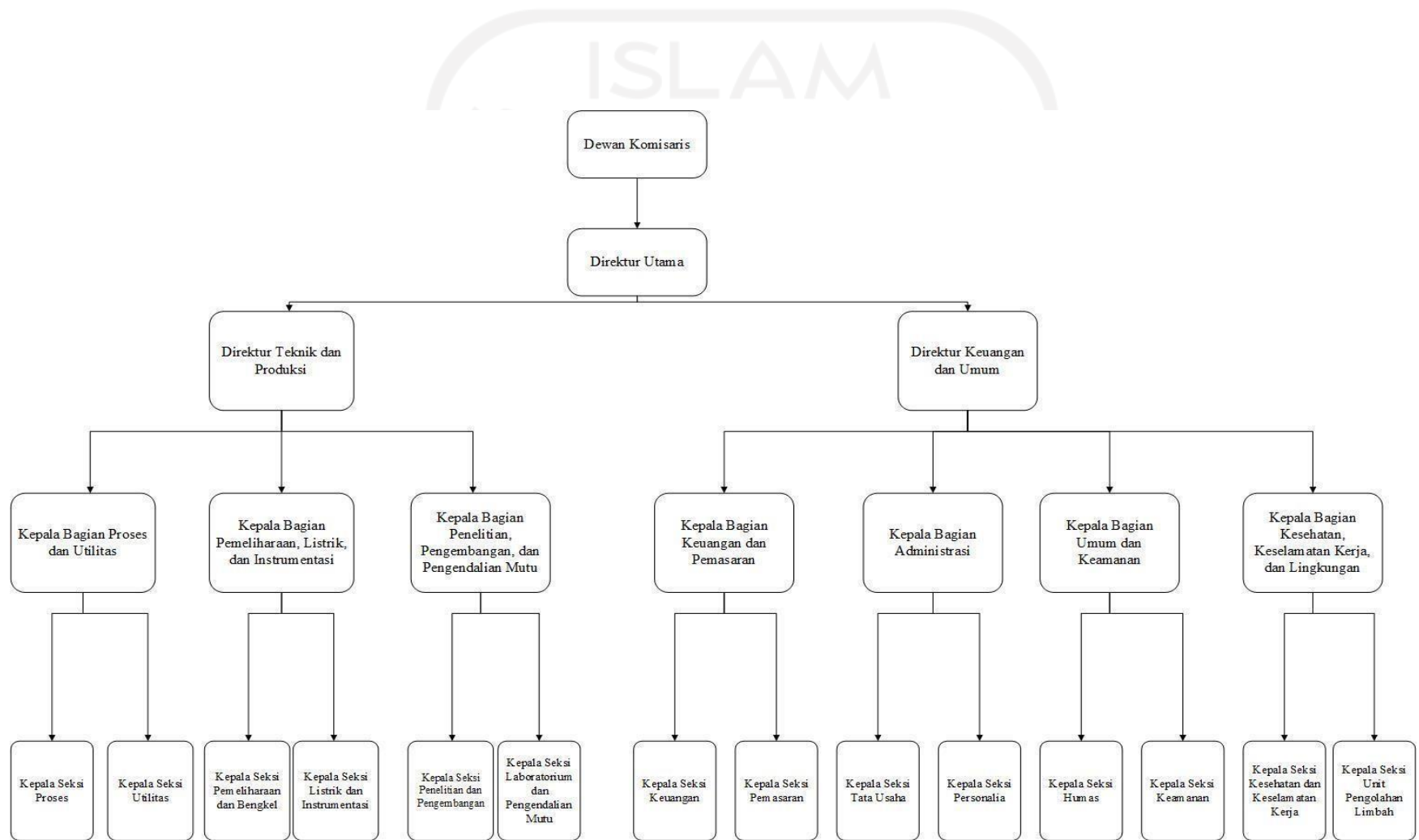
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Manajer Keuangan dan umum membidangi yang lainnya. Manajer membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli pada bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan wewenang pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Penyusunan program pengembangan manajemen
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar

Tanggung jawab dari setiap jenjang kepemimpinan di atas tentu saja berbeda-beda, sesuai dengan jabatannya. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan, yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berdasarkan rapat umum adalah pemegang saham. Berikut ini merupakan struktur organisasi perusahaan :

Secara keseluruhan struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut :



Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan

4.8.3 Tugas dan Wewenang

4.8.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

4.8.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris yaitu sebagai berikut :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting

4.8.3.3 Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur

Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur utama membawahi :

a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. Direktur Keuangan dan Umum Tugas

Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.8.3.4 Staf Ahli

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

Tugas dan wewenang staf ahli yaitu sebagai berikut :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi

3. Mempertinggi efisiensi kerja

4.8.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing.

Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugasnya yaitu mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan Listrik dan Instrumentasi

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugasnya yaitu mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan, dan pengawasan mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugasnya yaitu mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang dan juga pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan keselamatan kerja para karyawan serta menjaga lingkungan agar tetap kondusif.

4.8.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing, agar diperoleh hasil yang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Kepala seksi akan membawahi operator. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap Kepala Bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Proses

Tugasnya yaitu memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

2. Kepala Seksi Utilitas

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

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugasnya yaitu bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugasnya yaitu mengkoordinasikan kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Tugasnya yaitu menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan penunjang, produk dan juga limbah.

7. Kepala Seksi Keuangan

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap pembukuan dan hal-hal yang berkaitan dengan keuangan.

8. Kepala Seksi Pemasaran

Tugasnya yaitu mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan penyediaan bahan baku pabrik.

9. Kepala Seksi Tata Usaha

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

10. Kepala Seksi Personalia

Tugasnya yaitu mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

11. Kepala Seksi Humas

Tugasnya yaitu menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan reaksi perusahaan pemerintah dan masyarakat.

12. Kepala Seksi Keamanan

Tugasnya yaitu menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugasnya yaitu mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarganya, serta menangani masalah keselamatan kerja para karyawan.

14. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

4.8.4 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Status karyawan ini dapat dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu diantaranya :

a. Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh suatu pabrik / perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.8.5 Sistem Kepegawaian

Pabrik Furfural ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan waktu 24 jam dalam sehari. Hari kerja unit produksi adalah hari senin sampai hari sabtu. Sisa hari yang bukan libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan shut down. Penggunaan hari ini bertujuan untuk menjaga kelancaran proses produksi serta mekanisme administrasi dan pemasaran, maka waktu kerja karyawan diatur dengan sistem shift dan non-shift.

1. Sistem Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift

ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Berlakunya jadwal kerja shift untuk karyawan pada bagian unit produksi dan dilakukan secara bergilir. Bagi karyawan shift, setiap 3 hari kerja mendapatkan libur 1 hari dan masuk shift secara bergantian waktunya. Kelompok kerja shift ini dibagi menjadi 3 shift dalam sehari, masing-masing bekerja selama 8 jam, sehingga harus dibentuk 4 kelompok / regu, dimana setiap hari ada 3 kelompok yang bekerja, sedangkan 1 kelompok lainnya mendapatkan waktu libur dan masuk lagi untuk shift yang berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka kelompok yang mendapatkan waktu masuk harus tetap masuk.

Aturan jam kerja karyawan shift :

- o Shift 1 (pagi) : Jam 07.00 – 15.00
- o Shift 2 (siang) : Jam 15.00 – 23.00
- o Shift 3 (malam) : Jam 23.00 – 07.00
- o Shift 4 : Libur

Tabel 4.20 Jadwal pembagian kerja karyawan shift

Kelompok / Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Shift 1</i> (pagi)	K	K	N	N	M	M	L	L	K	K
<i>Shift 2</i> (siang)	L	L	K	K	N	N	M	M	L	L
<i>Shift 3</i> (malam)	M	M	L	L	K	K	N	N	M	M
<i>Shift 4</i> (libur)	N	N	M	M	L	L	K	K	N	N

Kelompok / Regu	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Shift 1</i> (pagi)	N	N	M	M	L	L	K	K	N	N
<i>Shift 2</i> (siang)	K	K	N	N	M	M	L	L	K	K
<i>Shift 3</i> (malam)	L	L	K	K	N	N	M	M	L	L
<i>Shift 4</i> (libur)	M	M	L	L	K	K	N	N	M	M

Kelompok / Regu	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>Shift 1</i> (pagi)	M	M	L	L	K	K	N	N	M	M
<i>Shift 2</i> (siang)	N	N	M	M	L	L	K	K	N	N
<i>Shift 3</i> (malam)	K	K	N	N	M	M	L	L	K	K
<i>Kelompok / Regu</i>	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>Shift 4</i> (libur)	L	L	K	K	N	N	M	M	L	L

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepala seluruh karyawan diberlakukan presensi dan masalah presensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

2. Sistem Non-Shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak terlibat langsung dalam kegiatan produksi dan pengamanan pabrik. Yang termasuk para karyawan harian adalah Direktur Utama, Manajer, Kepala Bagian, serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan non-shift berlaku 6 hari kerja dalam seminggu, libur pada hari Minggu dan libur nasional.

Aturan kerja karyawan non-shift :

- o Jam kerja (Senin – Jum'at) : Jam 08.00 – 16.00
- o Jam kerja (Sabtu) : Jam 08.00 – 12.00
- o Jam istirahat (Senin – Kamis) : Jam 12.00 – 13.00
- o Jam istirahat (Jum'at) : Jam 11.30 – 13.00

4.8.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji Karyawan

4.8.6.1 Perincian Tenaga Kerja

Dalam pengelolaan sumber daya manusia (SDM), hal yang perlu dilakukan pertama kali yaitu melakukan analisa jabatan (job analysis) untuk menduduki jabatan dalam suatu organisasi perusahaan. Selanjutnya menyusun rincian / deskripsi jabatan (job description) agar seluruh kegiatan perusahaan tercakup dalam deskripsi jabatan, tidak boleh terdapat jabatan yang tumpang tindih maupun yang tidak diikutsertakan.

Perlunya membuat perincian jumlah tenaga kerja adalah agar mengetahui berapa banyak jumlah tenaga kerja yang terdapat pabrik tersebut, serta mempermudah pengecekan terhadap tenaga kerja karena jumlahnya yang pasti (sudah terhitung) sebelumnya.

4.8.6.2 Jabatan dan Keahlian

Tenaga kerja diperlukan spesifikasi jabatan yang menyangkut jenjang pendidikan, kemampuan kerja (skill), jenis kelamin dan lain-lain untuk memperoleh the right man on the right places. Tenaga kerja didalam pabrik ini disusun berdasarkan tingkat kedudukan (jabatan) dan jenjang pendidikan yang berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMA. Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4.21 Jabatan dan Keahlian

Jabatan	Jumlah	Golongan / Keahlian
Direktur Utama	1	S2
Direktur Teknik dan Produksi	1	S2
Direktur Keuangan dan Umum	1	S2
Staf Ahli	1	S1
Ka. Bag. Produksi	1	S1
Ka. Bag. Teknik	1	S1
Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	S1
Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	S1
Ka. Bag. Litbang	1	S1
Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	S1
Ka. Bag. K3	1	S1
Ka. Bag. Pemeliharaan	1	S1
Ka. Sek. Utilitas	1	S1
Ka. Sek. Bahan dan Produk	1	S1
Ka. Sek. Proses	1	S1

Tabel 4.21 Lanjutan

Jabatan	Jumlah	Golongan / Keahlian
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	S1
Ka. Sek. Bahan dan Produk	1	S1
Ka. Sek. Laboratorium	1	S1
Ka. Sek. Keuangan	1	S1
Ka. Sek. Pemasaran	1	S1
Ka. Sek. Personalia	1	S1
Ka. Sek. Humas	1	S1
Ka. Sek. Keamanan	1	S1
Ka. Sek. K3	1	S1
Karyawan Personalia	3	D3
Karyawan Humas	3	D3
Karyawan Litbang	4	D3
Karyawan Pembelian	4	D3
Karyawan Pemasaran	4	D3
Karyawan Administrasi	3	D3
Karyawan Kas / Anggaran	3	D3
Karyawan Proses	8	D3 – S1
Karyawan Pengendalian	6	D3 – S1

Tabel 4.21 Lanjutan

Jabatan	Jumlah	Golongan / Keahlian
Karyawan Laboratorium	6	S1
Karyawan Pemeliharaan	4	SMA / SMU / STM
Karyawan Utilitas	12	D3 – S1
Karyawan K3	8	D3 – S1
Operator Proses	20	SMA / SMU / STM
Operator Utilitas	10	SMA / SMU / STM
Sekretaris	3	S1
Dokter	2	S1
Perawat	6	S1
Satpam	6	SMA / SMU / STM
Supir	6	SMA / SMU / STM
<i>Cleaning Service</i>	7	SMA / SMU / STM
Total		151

Total tenaga kerja yang dibutuhkan = 151 orang

dibutuhkan = 151 orang

4.8.6.3 Sistem Pengupahan / Gaji

Upah tenaga kerja disesuaikan dengan golongan tenaga kerja tergantung kepada kependudukannya dalam struktur organisasi dan lamanya bekerja di perusahaan. Upah yang diterima karyawan terdiri dari :

- a. Gaji pokok
- b. Tunjangan jabatan
- c. Tunjangan kehadiran (transportasi) bagi staf non-shift
- d. Tunjangan kesehatan dengan penyediaan dokter perusahaan dan rumah sakit yang telah ditunjuk oleh perusahaan bagi seluruh karyawan sesuai jabatannya

Karena berbagai golongan karyawan yang berbeda-beda, maka sistem pengupahan dibagi menjadi 3, yaitu :

- a. Sistem bulanan

Diberikan kepada karyawan tetap, besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

- b. Sistem harian

Diberikan pada pekerja harian seperti buruh langsung atau pekerja yang dibutuhkan sewaktu-waktu saja.

- c. Sistem borongan

Diberikan kepada pekerja borongan dan besarnya tidak tetap, tergantung jenis pekerjaan yang dilakukan. Biasanya diperlukan pada waktu turun temurun.

Selain gaji rutin, bagi karyawan yang lembur juga diberikan gaji tambahan dengan perhitungan :

- o Lembur hari minggu / libur

Untuk setiap jam, besarnya dua kali gaji perjam.

- o Lembur hari biasa

Untuk setiap jam, besarnya satu setengah kali gaji perjam. Jika karyawan dipanggil untuk bekerja di pabrik di luar jam kerjanya, juga akan diberikan gaji tambahan.

Berdasarkan jabatan, gaji / upah ketenaga kerjaan dalam pabrik Furfural ini dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut ini :

*Upah minimum (UMK) daerah Kabupaten Pekalongan pada tahun 2021 adalah sebesar Rp. 2.228.904

Tabel 4.22 Daftar Gaji Ketenaga Kerjaan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	40.000.000,00	40.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Staf Ahli	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	15.000.000,00	15.000.000,00

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Litbang	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. K3	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Pemeliharaan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	12.000.000,00	12.000.000,00
Ka. Sek. Proses	1	12.000.000,00	12.000.000,00
Ka. Sek. Bahan dan Produk	1	12.000.000,00	12.000.000,00
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	12.000.000,00	12.000.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	12.000.000,00	12.000.000,00

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	40.000.000,00	40.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Staf Ahli	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Litbang	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. K3	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Pemeliharaan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	12.000.000,00	12.000.000,00
Ka. Sek. Proses	1	12.000.000,00	12.000.000,00

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Ka. Sek. Bahan dan Produk	1	12.000.000,00	12.000.000,00
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	12.000.000,00	12.000.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	12.000.000,00	12.000.000,00
Operator Proses	20	10.000.000,00	200.000.000,00
Operator Utilitas	10	10.000.000,00	100.000.000,00
Sekretaris	3	6.000.000,00	18.000.000,00
Dokter	2	7.000.000,00	14.000.000,00
Perawat	6	5.000.000,00	30.000.000,00
Satpam	6	2.500.000,00	15.000.000,00
Supir	6	2.500.000,00	15.000.000,00
<i>Cleaning Service</i>	7	2.500.000,00	17.500.000,00
Total	151	513.500.000,00	1.308.500.000,00

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1. Tunjangan
 - a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
 - b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan

c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun

b. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter

3. Pakaian Kerja

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

4. Pengobatan

a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung jawab perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku

b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan

5. Asuransi Tenaga Kerja (BPJS Ketenagakerjaan)

BPJS Ketenagakerjaan (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan) merupakan program publik yang memberikan perlindungan bagi tenaga kerja untuk mengatasi risiko ekonomi tertentu dan penyelenggaraannya menggunakan mekanisme asuransi sosial. Jaminan asuransi yang diberikan berupa jaminan kesehatan, jaminan hari tua, dan jaminan sosial lainnya.

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktifitas selama proses produksi di pabrik yaitu diantaranya :

1. Penyediaan mobil dan bus transportasi antar jemput karyawan
2. Kantin untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan seperti kebutuhan makan siang
3. Sarana peribadatan bagi yang muslim seperti masjid
4. Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti safety helmet, safety shoes, dan kacamata, serta tersedia juga alat-alat keamanan lain seperti masker, ear plug, dan sarung tangan tahan api
5. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis

4.8.7 Pengaturan Lingkungan Pabrik

Penataan lingkungan pabrik juga menjadi faktor penting yang berpengaruh terhadap keselamatan kerja, sehingga perlu adanya perhatian khusus dalam pengaturan lingkungan pabrik terdapat lingkungan fisik dan lingkungan kerja.

1. Lingkungan Fisik
 - a. Meliputi mesin peralatan kerja dan bahan baku, pengaturan letak mesin dan alat yang sedemikian rupa sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaan dengan leluasa produksi dan aman

b. Perencanaan mesin dan peralatan pabrik dengan memperhatikan faktor keamanan

c. Mutu bahan dan peralatan yang dibeli terjamin kualitasnya

2. Lingkungan Kerja

a. Penempatan mesin yang teratur sehingga jarak antar mesin cukup lebar

b. Halaman pabrik yang bersih

c. Penerangan yang cukup pada lingkungan pabrik

d. Penempatan bahan atau sampah tak terpakai pada tempatnya

e. Pemasangan sistem alarm dan tanda bahaya seperti fire detector dan instrumennya

f. Lingkungan pabrik yang dilengkapi dengan ventilasi udara yang cukup dan diberi kipas penghisap (exhaust) untuk menjaga sirkulasi udara

4.9 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi merupakan aspek yang penting dalam pendirian suatu pabrik. Dengan adanya evaluasi ekonomi dapat diperkirakan modal investasi dalam pendirian suatu pabrik. Selain itu dapat diketahui layak dan tidak layak suatu pabrik untuk didirikan. Hal-hal yang perlu ditinjau dalam menghitung evaluasi ekonomi antara lain :

1. Modal Keseluruhan (Total Capital Investment)

2. Biaya Produksi (Manufacturing Cost)

3. Pengeluaran Umum (General Expense)

4. Analisa Keuntungan

5. Analisa Kelayakan

Dalam penentuan kelayakan dari suatu rancangan pabrik kimia, diperlukan estimasi profitabilitas. Estimasi profitabilitas meliputi beberapa faktor yang dilihat, yaitu :

1. Return On Investment (ROI)
2. Pay Out Time (POT)
3. Break Even Point (BEP)
4. Shut Down Point (SDP)
5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Sebelum melakukan estimasi profitabilitas khususnya dari suatu rancangan pabrik kimia, terlebih dahulu perlu melakukan beberapa analisa. Analisa tersebut terdiri dari penentuan modal industri (Capital Investment) dan pendapatan modal.

Penentuan modal ini terdiri dari :

1. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)
2. Modal Kerja (Working Capital)
3. Biaya Produksi Total (Total Production Cost) Terdiri dari:
 - a. Biaya Pembuatan (Manufacturing Cost)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (General Expense)

Pada analisa pendapatan modal ini berfungsi untuk mengetahui titik impas atau Break Even Point (BEP) dari suatu rancangan pabrik. Analisa pendapatan modal terdiri dari :

1. Biaya Tetap (Fixed Cost)

2. Biaya Variabel (Variable Cost)
3. Biaya Mengambang (Regulated Cost)

4.9.1 Perkiraan Harga Alat

Seiring dengan perubahan ekonomi, berubah juga harga dari suatu alat industri. Untuk mengetahui harga alat pada keadaan / tahun tertentu diperlukan perhitungan konversi harga alat sekarang terhadap harga alat beberapa tahun lalu.

Berdasarkan sumber : *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*.

Tabel 4.23 Harga Indeks CEPCI

Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2

Tabel 4.23 Lanjutan

Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3

Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
2014	576,1
2015	556,8
2016	589,048
2017	598,926
2018	608,804
2019	618,682
2020	628,56
2021	638,438
2022	648,316
2023	658,194
2024	668,072

Gambar 4.8 Grafik Tahun vs Indeks Harga CEPCI

Berdasarkan data diatas, diperoleh persamaan regresi linear yaitu : $y = 9,878x - 19325$. Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, maka diperoleh indeks harga pada tahun 2025 yaitu 677,95.

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya diperoleh dari situs (www.matche.com), kemudian dari buku karangan (Peters & Timmerhaus, 1990) dan dari buku (Aries & Newton, 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

$$E_b = E_a \left(\frac{Cb}{Ca} \right)^{0,6}$$

$$E_b = E_a \frac{I_b}{I_a}$$

(Aries & Newton, 1955) (4.6)

Keterangan :

Ex : Harga pembelian alat pada tahun 2024

Ey : Harga pembelian alat pada tahun referensi Nx : Indeks harga pada tahun 2024

Ny : Indeks harga pada tahun referensi

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi. Maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$E_b = E_a \left(\frac{Cb}{Ca} \right)^{0,6} \quad (4.7)$$

Keterangan :

Ea : Harga alat a

Eb : Harga alat b

Ca : Kapasitas alat a

Cb : Kapasitas alat b

4.9.2 Perhitungan Biaya

1. Capital Investment

Modal atau Capital Investment merupakan jumlah pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk menjalankan / mengoperasikan pabrik. Ada 2 macam capital investment, yaitu :

a. Fixed Capital Investment (FCI)

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

b. Working Capital Investment (WCI)

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

Modal biasanya didapatkan dari uang sendiri dan bisa juga berasal dari pinjaman bank. Perbandingan jumlah uang sendiri atau equality dengan jumlah pinjaman dari bank tergantung dari perbandingan antara pinjaman dan uang sendiri yaitu dapat sebesar 30 : 70 atau 40 : 60 atau kebijakan lain tentang rasio modal tersebut. Karena penanaman modal dengan harapan mendapatkan keuntungan dari modal yang ditanamkan, maka ciri-ciri investasi yang baik adalah :

- o Investasi cepat kembali
- o Aman, baik secara hukum, teknologi, dan lain sebagainya
- o Menghasilkan keuntungan yang besar (maksimum)

2. Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan hasil penjumlahan antara Direct Manufacturing Cost (DMC), Indirect Manufacturing Cost (IMC), dan Fixed Manufacturing Cost (FMC), atau biaya-biaya yang bersangkutan dalam pembuatan suatu produk. Manufacturing cost meliputi :

a. Direct Cost

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. Indirect Cost

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

c. Fixed Cost

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

3. General Expense

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

a. Administrasi

Biaya yang termasuk dalam administrasi adalah management salaries, legal fees and auditing, dan biaya peralatan kantor. Besarnya biaya administrasi diperkirakan 2 – 3 % hasil penjualan atau 3 – 6 % dari manufacturing cost.

b. Sales

Pengeluaran yang dilakukan berkaitan dengan penjualan produk, misalnya biaya distribusi dan iklan. Besarnya biaya sales diperkirakan 3 – 12 % harga jual

atau 5 – 22 % dari manufacturing cost. Untuk produk standar kebutuhan sales expense kecil dan untuk produk baru yang perlu diperkenalkan sales expense besar.

c. Riset

Penelitian diperlukan untuk menjaga mutu dan inovasi ke depan. Untuk industri kimia, dana riset sebesar 2,8 % dari hasil penjualan.

4.9.3 Analisa Kelayakan

Tujuan dilakukan analisa kelayakan adalah untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh (besar atau tidaknya), sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi. Beberapa perhitungan yang digunakan dalam analisa kelayakan ekonomi dari suatu rancangan pabrik yakni diantaranya :

1. Percent Return On Investment (ROI)

Return On Investment merupakan tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. Jumlah uang yang diperoleh atau hilang tersebut dapat disebut bunga atau laba / rugi.

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

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time merupakan :

- o Jumlah tahunan yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya.

Capital Investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

o Waktu minimum secara teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

o Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point merupakan titik impas produksi yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Jadi dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik break even point ialah perusahaan yang telah memiliki kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk proses produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan.

Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah break even point dan akan untung jika beroperasi diatas break even point. Salah satu tujuan utama perusahaan adalah mendapatkan keuntungan atau laba secara maksimal bisa dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut :Menekan sebisa mungkin biaya produksi atau biaya operasional sekecil- kecilnya, serendah-rendahnya tetapi tingkat harga, kualitas, maupun kuantitasnya tepat dipertahankan sebisanya.

o Penentuan harga jual sedemikian rupa menyesuaikan tingkat keuntungan yang diinginkan / dikehendaki.

- o Volume kegiatan ditingkatkan dengan semaksimal mungkin.

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

Keterangan :

Fa : Annual Fixed Manufacturing Cost pada produksi maksimum Ra :

Annual Regulated Expense pada produksi maksimum

Va : Annual Variable Value pada produksi maksimum Sa : Annual Sales

Value pada produksi maksimum

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point merupakan :

- o Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain Variable Cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit).
- o Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- o Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar Fixed Cost.
- o Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

5. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate of Return merupakan :

- o Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- o Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- o Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan yang digunakan dalam penentuan DCFR yaitu :

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

Keterangan :

FC : Fixed Capital

WC : Working Capital

SV : Salvage Value

C : Cash Flow

: Profit after taxes + depresiasi + finance

n : Umur Pabrik = 10 tahun

i : Nilai dari DCFR

4.9.4 Hasil Perhitungan

Berikut ini hasil-hasil perhitungan yang disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 4.24 Physical Plant Cost (PPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	117.149.185.005	8.209.847
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	29.287.296.251	2.052.462
3	Instalasi Cost	50.374.149.552	3.530.234
4	Pemipaan	100.748.299.105	7.060.469
5	Instrumentasi	35.144.755.502	2.462.954
6	Insulasi	9.371.934.800	656.788
7	Listrik	17.572.377.751	1.231.477
8	Bangunan	33.705.000.000	2.362.056
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	58.870.000.000	4.125.626
Physical Plant Cost (PPC)		452.222.997.967	31.691.

Tabel 4.25 Direct Plant Cost (DPC)

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	90.444.599.593	6.338.383
2	Direct plant cost	542.667.597.560	38.030.296
	<i>Total (DPC + PPC)</i>	633.112.197.153	44.368.678

Tabel 4.26 Fixed Capital Investment (FCI)

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Plant Cost (DPC)	542.667.597.560	38.030.296
2	Kontraktor	21.706.703.902	1.521.212
3	Biaya Tak Terduga	54.266.759.756	3.803.030
	<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	618.641.061.218	43.354.537

Tabel 4.27 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	486.551.696.924	34.097.678
2	<i>Labor</i>	15.702.000.000	1.100.401
3	<i>Supervision</i>	1.570.200.000	110.040
4	<i>Maintenance</i>	12.372.821.224	867.091
5	<i>Plant Supplies</i>	1.855.923.184	130.064
6	<i>Royalty and Patents</i>	8.556.933.504	599.672
7	<i>Utilities</i>	1.030.908.176	72.246
	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	527.640.483.012	36.977.191

Tabel 4.28 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.355.300.000	165.060
2	<i>Laboratory</i>	1.570.200.000	110.040
3	<i>Plant Overhead</i>	7.851.000.000	550.200
4	<i>Packaging & Shipping</i>	42.784.667.520	2.998.361
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		54.561.167.520	3.823.662

Tabel 4.29 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	49.491.284.897	3.468.363
2	<i>Property Taxes</i>	6.186.410.612	433.545
3	<i>Insurance</i>	6.186.410.612	433.545
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		61.864.106.122	4.335.454

Tabel 4.30 Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	527.640.483.012	36.977.191
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	54.561.167.520	3.823.662
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	61.864.106.122	4.335.454
Manufacturing Cost (MC)		644.065.756.653	45.136.307

Tabel 4.31 Working Capital (WC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material Inventory	132.695.917.343	9.299.367
2	In Process Inventory	87.827.148.635	6.154.951
3	Product Inventory	58.551.432.423	4.103.301
4	Extended Credit	233.370.913.744	16.354.698
5	Available Cash	175.654.297.269	12.309.902
Working Capital (WC)		688.099.709.413	48.222.218

Tabel 4.32 General Expense (GE)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	19.321.972.700	1.354.089
2	<i>Sales Expense</i>	32.203.287.833	2.256.815
3	<i>Research</i>	22.542.301.483	1.579.771
4	<i>Finance</i>	26.134.815.413	1.831.535
General Expense (GE)		100.202.377.428	7.022.210

Tabel 4.32 General Expense (GE)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	644.065.756.653	45.136.307
2	<i>General Expense (GE)</i>	100.202.377.428	7.022.210
Total Production Cost (TPC)		744.268.134.081	52.158.517

Tabel 4.34 Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	49.491.284.897	3.468.363
2	<i>Property Taxes</i>	6.186.410.612	433.545
3	<i>Insurance</i>	6.186.410.612	433.545
Fixed Cost (Fa)		61.864.106.122	4.335.454

Tabel 4.35 Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	486.551.696.924	34.097.678
2	<i>Packaging & Shipping</i>	42.784.667.520	2.998.361
3	<i>Utilities</i>	1.030.908.176	72.246
4	<i>Royalties and Patents</i>	8.556.933.504	599.672
Variable Cost (Va)		538.924.206.123	37.767.958

Tabel 4.36 Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Gaji Karyawan</i>	15.702.000.000	1.100.401
2	<i>Payroll Overhead</i>	2.355.300.000	165.060
3	<i>Supervision</i>	1.570.200.000	110.040
4	<i>Plant Overhead</i>	7.851.000.000	550.200
5	<i>Laboratorium</i>	1.570.200.000	110.040
6	<i>General Expense</i>	100.202.377.428	7.022.210
7	<i>Maintenance</i>	12.372.821.224	867.091
8	<i>Plant Supplies</i>	1.855.923.184	130.064
Regulated Cost (Ra)		143.479.821.836	10.055.106

4.9.5 Analisa Keuntungan

Annual Sales (Sa) = Rp. 855.693.350.394

Total Cost = Rp. 744.268.134.081

Keuntungan sebelum pajak = Rp. 111.425.216.313

Pajak pendapatan = 25% Keuntungan (Kemenkeu) = Rp. 27.856.304.078

Keuntungan setelah pajak = Rp. 83.568.912.235

4.9.6 Hasil Kelayakan

a. Percent Return On Investment (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 18% ROI setelah pajak = 14%

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah minimum 11% dan syarat ROI untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi adalah minimum 44% (Kemenkeu).

b. Pay Out Time (POT)

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

POT sebelum pajak = 3,84 tahun POT setelah pajak = 4,64 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah maksimum 2 tahun dan syarat POT untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi adalah maksimum 2 tahun (Kemenkeu).

c. Break Even Point (BEP)

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

Keterangan :

Fa = Fixed capital pada produksi maksimum per tahun

Ra = Regulated expense pada produksi maksimum

Sa = Penjualan maksimum per tahun

Va = Variable expense pada produksi maksimum per tahun

BEP = 48%

BEP untuk pabrik kimia umumnya adalah 40% - 60%.

d. Shut Down Point (SDP)

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

SDP = 27%

SDP untuk pabrik kimia umumnya adalah 22% - 30%.

e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

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

Diketahui :

Umur pabrik (n) = 10 tahun

Fixed Capital Investment (FCI) = Rp. 618.641.061.218

Working Capital (WC) = Rp. 688.099.709.413

Salvage Value (SV) = Rp. 49.491.284.897

Cash Flow (CF) = Annual profit + depresiasi + finance

Cash Flow (CF) = Rp. 159.195.012.545

Discounted Cash Flow Rate dihitung secara trial & error :

R = Rp.3.191.100.023.398

S = Rp. 3.528.969.740.695

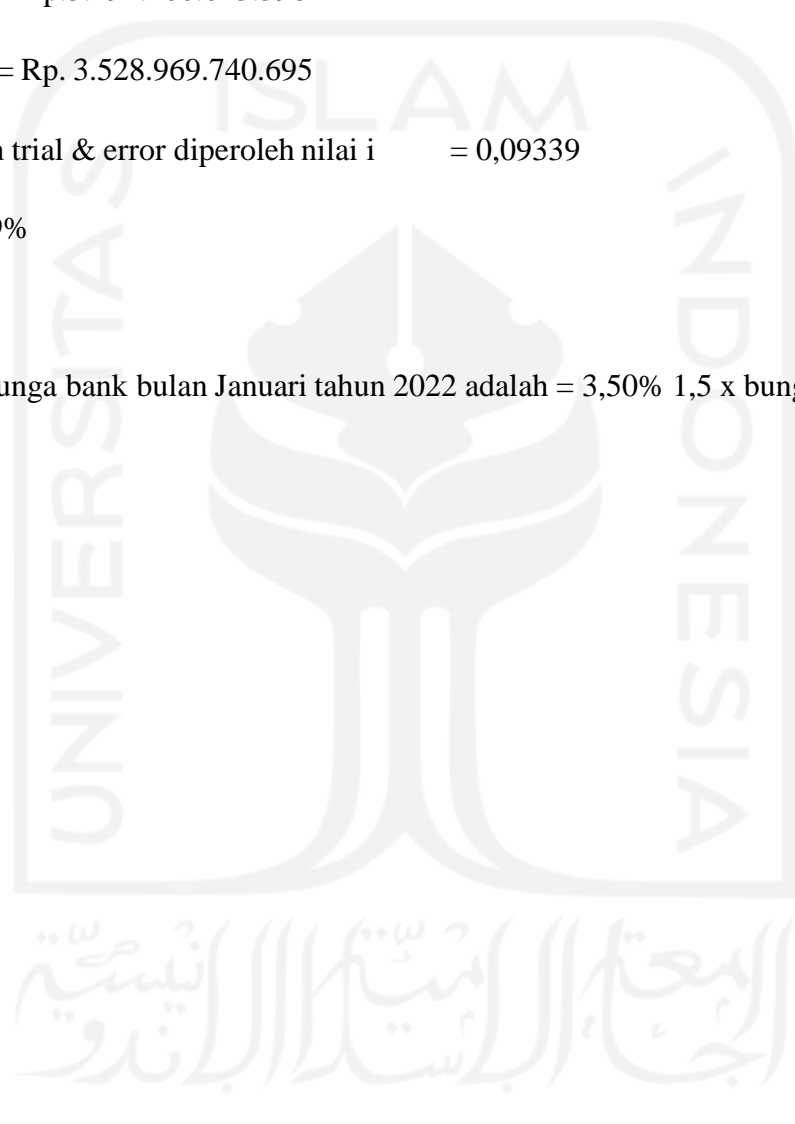
Dengan trial & error diperoleh nilai $i = 0,09339$

= 9,339%

$\approx 9\%$

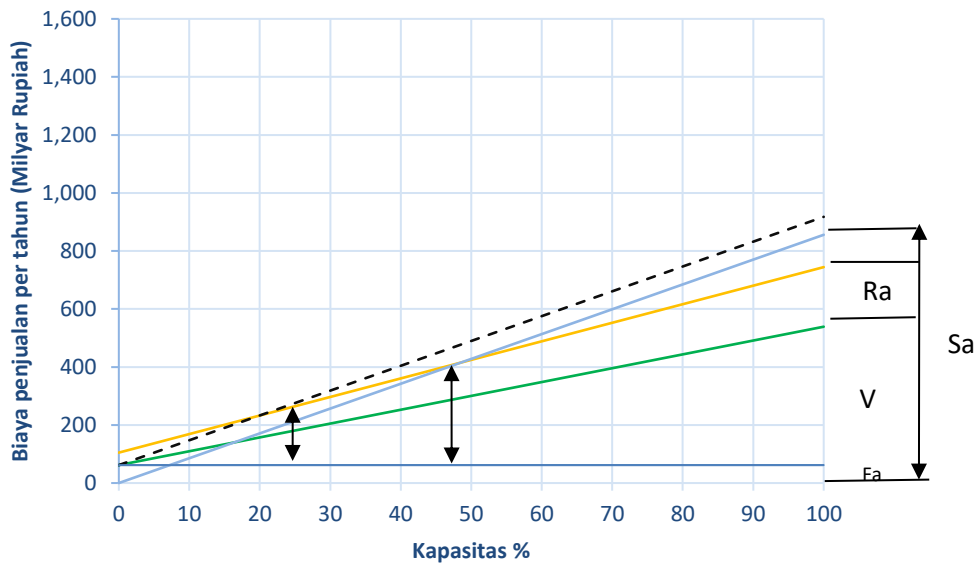
Suku bunga bank bulan Januari tahun 2022 adalah = 3,50% 1,5 x bunga sekarang =

5%



Tabel 4.37 Hasil Kelayakan Pabrik

No	Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Keterangan
1	<i>Percent Return On Investment</i> (ROI) sebelum pajak	18%	Low risk minimum 11%, High risk minimum 44%	Telah memenuhi syarat
2	<i>Percent Return On Investment</i> (ROI) setelah pajak	14%		
3	<i>Pay Out Time</i> (POT) sebelum pajak	3,84 tahun	Low risk maksimum 5 th, High risk maksimum 2 th	Telah memenuhi syarat
4	<i>Pay Out Time</i> (POT) setelah pajak	4,64 tahun		
5	<i>Break Even Point</i> (BEP)	48%	40% - 60%	Telah memenuhi syarat
6	<i>Shut Down Point</i> (SDP)	27%	22% - 30%	Telah memenuhi syarat
7	<i>Discounted Cash Flow Rated</i> (DCFR)	9%	>1,5 x bunga bank = 5% (minimum)	Telah memenuhi syarat



Gambar 4.9 Grafik BEP dan SDP

Gambar 4.9 menunjukkan perolehan nilai BEP (Break Even Point) dan SDP (Shut Down Point) dimana didapat untuk nilai BEP dan SDP yang telah diketahui melalui perhitungan adalah 48% dan 27%. Dalam pembuatan grafik BEP diperlukan nilai-nilai seperti Fixed Cost (F_a), Variable Cost (V_a), Regulated Cost (R_a), dan Sales (S_a) dimana diketahui berdasarkan perhitungan di analisa ekonomi. Grafik BEP digunakan untuk mengetahui berapa total kapasitas yang harus diproduksi dari kapasitas keseluruhan pabrik untuk mengetahui posisi dimana pabrik dalam kondisi tidak untung dan tidak rugi atau dalam kata lain kembali modal. Ketika pabrik telah beroperasi menghasilkan produk dengan kapasitas diatas titik BEP maka pabrik akan di katakan untung namun sebaliknya apabila pabrik menghasilkan kapasitas dibawah titik BEP maka dikatakan rugi. Sedangkan SDP adalah titik atau batas dimana pabrik tersebut harus di tutup karena mengalami kerugian yang besar. Dapat disimpulkan bahwa jumlah kapasitas yang harus di

produksi per tahunnya adalah 9.600 ton / tahun untuk mencapai titik BEP dan untuk SDP adalah 5.400 ton / tahun.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pendirian pabrik Furfural ini didasarkan atas keinginan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga kegiatan impor dari negara luar akan semakin menurun, lalu dapat diharapkan meningkatnya ekspor ke luar, menciptakan lapangan pekerjaan baru, serta mendorong berkembangnya industri lainnya yang menggunakan Bagasse sebagai bahan baku untuk pembuatan produk lainnya.
2. Produk utama adalah Furfural ($C_5H_4O_2$) dengan kemurnian 99,5 %.
3. Lokasi pabrik terletak di daerah Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah dan dekat dengan sumber bahan baku Bagasse yaitu di wilayah SRagi serta dekat dengan air laut sebagai sumber untuk memenuhi kebutuhan utilitas.
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
 - a. Keuntungan yang diperoleh :

Pajak pabrik Furfural sebesar 25%, sehingga didapatkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 111.425.216.313 Milyar / tahun, dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 83.568.912.235 Milyar / tahun.
 - b. Return On Investment (ROI)

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 18% dan setelah pajak sebesar 14%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan

resiko rendah minimum sebesar 11% dan untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimum sebesar 44% (Aries & Newton, 1995).

c. Pay Out Time (POT)

POT sebelumpajak selama 2,61 tahun dan POT setelah pajak selama 3,84 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah maksimum 5 tahun dan untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi adalah maksimum 2 tahun (Aries & Newton, 1995).

d. Break Even Point (BEP)

Nilai BEP yang didapat sebesar 48%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40% - 60%.

e. Shut Down Point (SDP)

Nilai SDP yang didapat sebesar 27%. SDP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 22% - 30%.

f. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Nilai DCFR yang didapat sebesar 9%. Nilai DCFR minimum lebih dari $1,5 \times$ bunga bank = 5%.

5.2 Saran

Dalam melakukan suatu perancangan pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia, yakni diantaranya :

1. Optimasi pemilihan

Optimasi pemilihan ini meliputi alat proses, alat penunjang serta bahan baku yang sangat perlu diperhatikan, sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang dapat diperoleh.

2. Dengan semakin banyak berdirinya pabrik yang ramah lingkungan, diharapkan akan mengurangi polusi serta limbah-limbah pabrik kimia yang dapat merugikan alam sekitar maupun manusia.



DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, R.N. dan V.Govindarajan., “Management Control System”,
Eight Edition International Student Edition. Richard D. Irwin
Inc. U.S.A, 1995.
- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost
Estimation*, Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York
- Badan Pusat Statistik, 2021, <http://www.bps.go.id>, diakses pada 20 Juni 2021.
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978,
Unit Operation, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc.,
New York
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John
Wiley and Sons, Inc., New York
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*,
Vol 1 \$ 6, Pergamon Internasional Library, New York
- Ludwig, Ernest E, 1999, “Applied Process Design For Chemical And
Petrochemical Plants”,
3rd edition, volume 1, Gulf Professional Publishing, United State of
America.
- Evans, F.L., “Equipment Design Handbook for Refineries and
Chemical Plants”, Gulf Publishing Company, Book Division,

Houston, 1979.

E.J. Westerink and K. R. Westerterp, "Chemical Reaction Engineering laboratories, Department of Chemical Engineering, Twente University of Technology, PO Box, 217,7500 A E Enschede, The Netherlands" , 1988

Kern, D.Q., "Process Heat Transfer", McGraw Hill Book Company Inc., New York. 1965. Kirk, R.E. and Othmer, D.F., "Encyclopedia of Chemical Technology", 4th edition, A Wiley Interscience Publisher Inc., New York. 2004.

Mc. Ketta, J. J. (1977). Encyclopedia of Chemical Processing and Design. New York: MarcellDecker Inc.

Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6th ed., Mc GrawHill Book Co., Inc., New York

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1980, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Priyono. 2007. Pengantar Manajemen. Sidoarjo: Zifatama Publisher

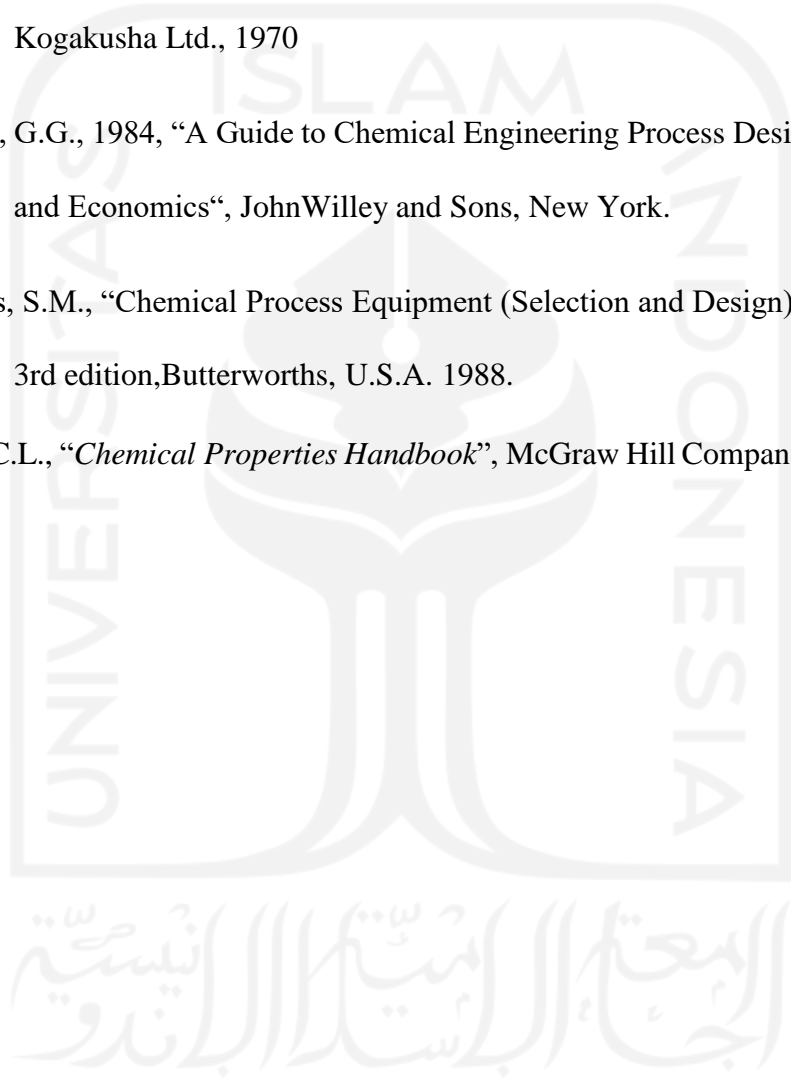
Powell, S.T., 1954, "Water Conditioning for Industry", McGraw-Hill

Book Company, Tokyo. Rase, H.F., and Barrow M.H., "Project

Engineering of Process Plants", Willey and Sons, Inc,

New York, 1957.

- Smith, J.M., and Van Ness, H.C., “*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*”, 8th edition, Mc Graw Hill Book Kogokusha Ltd, Tokyo, 1975.
- Smith, J.M., “*Chemical Engineering Kinetics*”, Mc. Graw Hill, Kogakusha Ltd., 1970
- Ulrich, G.G., 1984, “*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*“, JohnWiley and Sons, New York.
- Wallas, S.M., “*Chemical Process Equipment (Selection and Design)*”, 3rd edition, Butterworths, U.S.A. 1988.
- Yaws, C.L., “*Chemical Properties Handbook*”, McGraw Hill Company, New York. 1999



LAMPIRAN A

Reaktor

Jenis : Reaktor batch

P operasi : 3 atm

P design : 10 atm

T : 128 C

A. Menghitung Kecepatan Volumetris Umpan

Komponen	Massa (kg/jam)	Densitas (kg/m ³)	Fraksi massa (X)
Baggase	18798.584	1300	0.785835516
H ₂ O	1912.987871	998	0.07996846
H ₂ SO ₄	269.0788958	1826	0.011248281
Steam	2941.1288	930	0.122947743
Total	23921.77957	5054	1

$$\rho \text{ campuran} = \frac{(\rho_1 \times X_1) + (\rho_2 \times X_2) + (\rho_3 \times X_3) + (\rho_4 \times X_4)}{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}$$

$$= \frac{1236.275456 \text{ kg/m}^3}{1}$$

$$= 1236.275456 \text{ kg/m}^3$$

$$F_v = \frac{\text{Massa total}}{\rho \text{ campuran}}$$

$$= \frac{23921.77957 \text{ kg/jam}}{1236.275456 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 19.34987826 \text{ m}^3/\text{jam}$$

OPTIMASI REAKTOR

Reaktor/waktu (jam)	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	1	2	3	4	5	6
3	1	2	3	4	5	6
4	1	2	3	4	5	6
5	1	2	3	4	5	6

Jumlah Reaktor = 5

Pembersihan = 1 jam

Waktu pengisian = 1 jam

Waktu Reaksi = 3 jam

Waktu pengosongan = 1 jam

Total Waktu = 6 jam

jam

Keterangan

	Pengisian
	Reaksi
	Pengosongan
	Pembersihan

PERANCANGAN REAKTOR

Menentukan Diameter dan Tinggi Reaktor (Vessel)

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan head " Torishperical dished head "

dengan perbandingan D:H = 1:2

Alasan pemilihan :

1. Tekanan operasi tinggi
2. Dapat digunakan pada tekanan >200psi
3. Mempermudah pengeluaran produk

Volme total cairan di reaktor = $F_v \times$
waktu isi = 19.34987826 m³

Menggunakan reaktor batch = 5 buah

Over design = 20%

Volume cairan untuk 1 reaktor =
= 1,2 x 19.43355232 m³

=23.21985391 m³

=146.74948 Bbl

=819.8893263 ft³

Volume head (VH)= 0.000049 x D³

Dimana :

VH= Volume Head (ft³)

D= diameter (inchi)

VR = $\pi \cdot D^2 \cdot H / 4 + 2 \cdot V \cdot H$

$$= \frac{3.14 \times D^2 \times H + 2 \times 0.000049 \times D^3}{4}$$

$$= (0.785 \times D^2 \times H) + (0.000098 \times D^3)$$

$$(0.785 \times D^2 \times (2 \times D)) + (0.000098 \times D^3)$$

$$(1.57 \times D^3) + (0.000098 \times D^3)$$

$$1.5701 \times D^3$$

$$D= 8.0643 \text{ ft}$$

$$= 2.459 \text{ m}$$

$$= 96.8 \text{ in}$$

$$H= 2 \times 8.0643 \text{ ft}$$

$$= 16.1286$$

$$= 4.917256098$$

$$= 193.5923726$$

Menentukan tebal dinding (shell) Reaktor

Tekanan operasi = 3 atm

Over design = 20%

Maka, tekanan operasi = 1,2 x 3 atm = 3.6

Dipilih : konstruksi tangki "Stainless Steel SA 167 grade 3"

(appendix D, hal 342 : Brownell, 1979)

$$t_s = (p \cdot r_i / f \cdot E - 0.6 \cdot P) + C$$

(eq. 13.1, p-254, Brownell and Young)

Dimana : t_s = tebal dinding reaktor minimum, in

p = tekanan design, psi

r = jari-jari reaktor, in

f = Maksimum allowable stress, psi

E = efisiensi penyambungan

C = faktor korosi

Diperoleh data :

$$P = 52.812 \text{ psi}$$

$$r = 48.4 \text{ in}$$

$$f = 15.000 \text{ psi}$$

$$E = 0.85$$

$$C = 0.125 \text{ in}$$

sehingga :

$$t_s = \frac{52.812 \times 48.4}{(15.000 \times 0.85) - (0.6 \times 52.812)} + 0.125$$

$$= 0.326 \text{ in}$$

Dipilih t shell standar = 3/8 in

$$ID = 96.8$$

$$OD = ID + 2t$$

$$= 97.55$$

dari Brownell & young, p-91, tab-5.7, dipilih OD standart yaitu menjadi

$$OD = 96 \text{ in}$$

$$= 2.44 \text{ m}$$

Menentukan Tebal Head

Tebal Head :

$$t_h = (p \cdot r_c \cdot W) / (2 \cdot f \cdot E) - (0.6 \cdot p)$$

(eq.7-76, p-138, Brownell & young)

$$W = 1/4 (3 + \sqrt{rc/irc})$$

(eq.7-76, p-138, Brownell & young)

Diketahui. Data :

$$W = 1.0082$$

$$rc = 96 \text{ in}$$

$$irc = 5.87 \text{ in}$$

$$p = 52.812 \text{ psi}$$

$$E = 15000$$

$$f = 0.85$$

$$C = 0.125$$

$$th = ((p.rc.W)/(2.f.E)-(0.6.p))+C$$

$$th = 0.3257 \text{ in}$$

Perancangan Produk

Jenis penganduk : Marine propeler with 3 blades and 4 baffles

			0.83333
Ddiameter Impeller : $Da=ID/3$	=		3 m
			0.16666
Lebar impeller	: $W = Da/5$	=	7 m
			0.20491
Lebar baffle	: $(1/12)*Dt$	=	6

Maka, ID

shell = 95 in

= 2.41

Maka, H

shell= 15.82 ft

= 4.82 m



Diambil $sf = 2.25$ in

OD head = 96 in

ID head = 95 in

$rc = 96$ in

$irc = 5.87$ in

Perhitungan Torispherical :

$$\begin{aligned} a &= \text{ID head}/2 \\ &= 95 \text{ in} / 2 \\ &= 47.5 \text{ in} \\ AB &= (\text{ID head}/2) - irc \\ &= 47.5 \text{ in} - 5.87 \text{ in} \\ &= 41.63 \text{ in} \\ BC &= rc - irc \\ &= 96 \text{ in} - 5.87 \text{ in} \\ &= 90.13 \text{ in} \\ AC &= \sqrt{(BC^2 - AB^2)} \\ &= \sqrt{(90.13^2 - 41.63^2)} \\ &= 79.94 \text{ in} \\ b &= rc - AC \\ &= 96 - 79.94 \\ &= 16.06 \text{ in} \\ OA &= b + sf + th \\ &= 16.06 + 2.25 + 0.3125 \\ &= 18.6225 \text{ in} \\ &= 0.47 \text{ m} \\ &\text{jadi, tinggi head} = 0.47 \text{ m} \end{aligned}$$

Perancangan Produk

Jenis penganduk : Marine propeler with 3 blades and 4 baffles

Diameter Impeller : $Da = \text{ID}/3 = 0.833333$ m

Lebar impeller $Da/5 = 0.166667$ m

Lebar baffle $(1/12) * Dt = 0.204916$

Menentukan volume head total = volume head + volume flange

1 Volume head untuk Torispherical flanged and dished head

Volume head (V_h) = $0.000049 \times D^3$

= $0.000049 \times (95 \text{ in})^3$

= 42 in³
 2 Volume head untuk Torispherical flanged and dished head
 Volume flange (Vsf) = $(\pi/4) \times (ID^2) \times (sf/12)$
 = $(3.14/4) \times (95\text{in})^2 \times (2.25/12)$
 = 1328.37 in³
 maka, volume head total (v head) = 1328.37 + 42
 = 1370.37 in³
 = 0.022456 m³
 Volume shell (VS) = volume design - (2 x volume head total)
 = 23.32 - (2 x 0.022456)
 = 23.275 m³
 Tinggi cairan di shell = $(2 \times VS) / (\pi \times ID^2)$
 = $(2 \times 23.275) / (3.14 \times 2.41^2)$
 = 2.55 m
 Menghitung daya penggerak
 D= 2.44 m
 = 8 ft
 H= 4.88 m
 = 16 ft
 Kecepatan putar
 Batasan = $N = 25/D$
 Dirancang : $25/D = 25/2.44 \text{ m} = 10.246 \text{ rpm}$
 Slope (θ) = $(0.19 \times L) / (N \times D \times S)$ (perry 1984, t 20-42)
 dimana :
 θ = waktu tinggal, menit
 D = diameter reaktor
 L = panjang reaktor
 S = slope reaktor
 N = kecepatan putar reaktor, rpm
 $S = (0.19 \times 4.88 \text{ m}) / 10.246 \text{ rpm} \times 2.44 \text{ m} \times (2 \times 60 \text{ menit})$
 = 0.0003 m/m
 Penentuan daya motor
 Diketahui :
 $\rho = 1063.070866 \text{ kg/m}^3$ 66.365388 lbm/ft³
 $\mu = 0.85$ 0.0005 lb/ft.s
 Di = 8 ft
 N = 10.246 rpm 0.171 rps

$$Re = \rho \cdot N \cdot D^2 / \mu$$

$$Re = 1452605.61$$

$$Pa = Np \cdot \rho \cdot Ni^3 \cdot Di^3$$

$$Pa = Np \cdot \rho \cdot Ni^3 \cdot Di^3$$

$$Pa = 1189.31794 \text{ Watt}$$

$$5.097076886$$

$$6.83529224 \text{ hp}$$

Berdasarkan peters hal. 512 didapat efisiensi motor 86%

$$7.948014232$$

10 Hp (standar NEMA, Rase & Barrow p. 358)

PERANCANGAN COIL

Jumlah air yang dibutuhkan

$$Wt = \frac{Q}{Cp \cdot \Delta T}$$

$$Q = \text{beban panas} = 2083195.97 \text{ kJ/jam}$$

kecepatan volumetrik air :

$$Q_v = \frac{Wt}{\rho_{air}}$$

$$Q_v = 25.21 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Menentukan diameter minimum koil

Untuk aliran dalam koil / tube, batasan kecepatan antara (10-30) m/s
(Coulson, p.534)

Dipilih kecepatan pemanas $S = 10\text{m/s}$

Debit steam = $24,9\text{ m}^3/\text{jam}$

$v = 36000\text{ m/jam}$

Luas Penampang $A = 1,07\text{ in}^2$

$$A = (\pi \cdot (\text{ID})^2) / 4$$

$$\text{ID} = 1.1683\text{ in}$$

Dipilih diameter standard (Kern, 1965 tabel 11, p.844)

Nominal pipe size (NPS) = 1.25 in

Schedule Number = 40

OD = 1.66 in

ID = 1.38 in

Luas Penampang (A') = 1.495 in^2

Luas Perpan / panjang (a'') = $0.435\text{ ft}^2/\text{ft}$

Menentukan hi :

ρ air = 61.683 lb/ft^3

μ air = 1.9353 lb/ft.j

G_t = kecepatan aliran massa / luas penampang

$G_t = W / A = 5,289,559,174\text{ lb/ft}^2.\text{j}$

$v = G_t / \rho = 85,753.8535\text{ ft/jam}$

Jadi kecepatan pendingin yang digunakan masih dalam batasan

$$\text{Ret} = \frac{\text{ID} \cdot G_t}{\mu}$$
$$= 378,098$$

Dari fig. 24 Kern, diperoleh :

nilai $jH =$ 60

$$jH = \frac{hi \cdot D}{k} \left(\frac{cp \cdot \mu}{k} \right)^{-1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-0.14}$$

sehingga diperoleh :

$$hi = 20,055.4 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{j} \cdot ^\circ\text{F}$$

Menentukan Nilai hio :

$$hio = hi \frac{ID}{OD} = 16,672.56 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{j} \cdot ^\circ\text{F}$$

Untuk koil, harga hio harus dikoreksi dengan faktor koreksi

$$hio_{\text{koil}} = hio_{\text{pipa}} \left(1 + 3.5 \frac{D_{\text{koil}}}{D_{\text{spiralkoil}}} \right)^{-1}$$

Diambil $D_{\text{spiralkoil}} = 70\%$ (Diameter tangki)

Diambil $D_{\text{spiralkoil}} = 94.88 \text{ in}$

$$hio_{\text{koil}} = 17,521.3021 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{j} \cdot ^\circ\text{F}$$

Menentukan ho

Untuk Tangki berpengaduk yang dilengkapi baffle dan koil, maka

koefisien perpindahan panas dari koil dihitung dengan persamaan 20-4

$$ho = 0.87 \left(\frac{k}{D} \right) \left(\frac{Lp^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.4}$$

Dengan :

Lp = diameter flat blade turbin, ft = 31.66 in

N = kecepatan putar pengaduk, rps = 0.17 rps

ρ = densitas rata-rata fluida = 686.1 kg/m³

μ = viskositas rata-rata fluida = 4.6 cp

cp = kapasitas panas =

k = konduktivitas panas =

OD = diameter luar pipa koil = 0.435 in

D = diameter dalam tangki = 95 in

$\mu / \mu_w = 1$

$k/D = 0.1886$

$Re^{0.67} = 667.8877$

$Pr^{0.33} = 26.985$

maka, $h_o = 2,957.7016$

Btu/j.ft².F

Menentukan Koefisien Perpindahan Panas Overall

Menghitung U_c

$$U_c = \frac{h_o * h_{io}}{h_o + h_{io}} = 2,530.5325 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{F}$$

Untuk kecepatan air = 10

$$R_D = 0.003 \quad h_D = 333.3333$$

sehingga :

$$1/R_D = 333.33$$

Btu/j.ft².F

$$U_D = \frac{h_D * U_c}{h_D + U_c} = 294.5357 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{F}$$

Menentukan Luas Bidang Transfer Panas



$$A = \frac{Q_{total}}{U_D * \Delta T_{LMTD}}$$

Sistem dengan kondisi operasi isothermal ;

$\Delta T_{LMTD} = \Delta T =$ beda suhu pendingin dengan fluida

$\Delta T_1 = 9^\circ\text{F}$

$$\Delta t_2 = 45 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = 35 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = -45 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\mathbf{A = 192.0890 \text{ ft}^2}$$

Dari spesifikasi pipa koil dengan diameter nominal = 1.250 in

$$\text{Panjang pipa, } L_{\text{pipa koil}} = \frac{A}{a''}$$

sehingga panjang koil =
441.5840 ft

Menentukan Jumlah Lengkungan Koil

$$D_c = 0.7 * (\text{ID}_{\text{tangki reaktor}})$$

$$D_c = 66.5 \text{ in}$$

$$AB = D_c$$

$$BC = x$$

$$AC = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2}$$

$$AC = \sqrt{(D_c)^2 + x^2}$$

$$\text{busur AB} = \frac{1}{2}\pi D_c$$

$$\text{busur AC} = \frac{1}{2}\pi AC$$

$$\text{Diambil : } x = 0.5 \text{ OD}$$

$$X = 0.0692 \text{ ft}$$

Keliling dua lingkaran lengkungan koil, K_{lilitan} adalah :



Keliling dua lingkaran lingkungan koil, K lilitan adalah :

$$K_{\text{lilitan}} = \frac{1}{2}\pi(Dc) + \frac{1}{2}\pi(AC)$$

$$K_{\text{lilitan}} = \frac{1}{2}\pi(Dc) + \frac{1}{2}\pi((Dc^2+x^2)^{\frac{1}{2}})$$

$$K_{\text{lilitan}} = 209 \text{ in}$$

Sehingga banyaknya lilitan dalam reaktor

$$N_{\text{lilitan}} = \frac{L_{\text{pipa koil}}}{K_{\text{lilitan}}}$$

$$= 25.3531 = 26 \text{ lilitan}$$

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = (N_{\text{lilitan}} - 1) * x + N_{\text{lilitan}} * OD$$

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = 5.326 \text{ ft}$$

Tinggi cairan dalam shell akan naik karena adanya volume dari koil. Asumsi : koil ada dalam shell saja.

$$\text{Tinggi cairan dlm shell } (Zc) = \frac{V_{\text{cairan dlm shell}} + V_{\text{koil}}}{A_{\text{shell}}}$$

$$Zc = 1.4765 \text{ m}$$

Karena tinggi tumpukan koil = 1.6233 m , maka koil ada di shell saja, maka koil masih tercelup didalam cairan.

Menentukan tinggi cairan di dalam reaktor setelah ada koil

$$= Zc + b + sf$$

$$= 1.7540 \text{ m}$$

Jarak dari dasar tangki ke bagian bawah koil =
(tinggi cairan stl ada koil - tumpukan koil) / 2

$$= 0.0654 \text{ m}$$

$$b+sf = 0.2775 \text{ in}$$

Karena jarak dasar tangki ke bag. Bawah koil > (b+sf),
maka asumsi bahwa koil tercelup di shell saja adalah benar.

Menghitung Pressure Drop

Untuk Ret = 378,098.3286

diperoleh koefisien friksi (f) =

$$0.00028$$

0.00

v = 85,753.8535 ft/jam

Karena yang mengalir dalam tube adalah steam, s = 1, dan perbedaan suhu

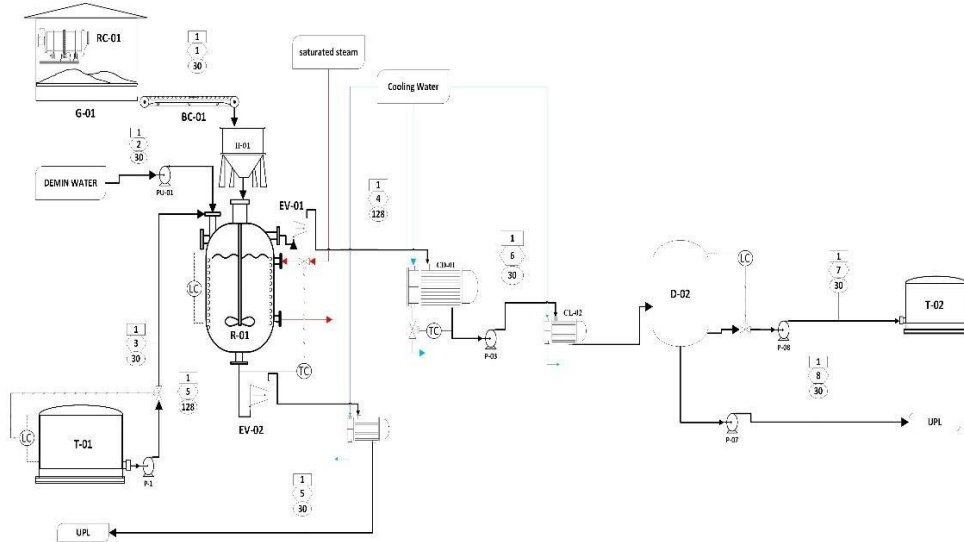
tidak terlalu besar, sehingga bisa diasumsikan $\mu = \mu_w$, sehingga $\theta t = 1$.

$$\Delta P_T = \frac{f \cdot v^2 \cdot L}{5.22 \cdot 10^{10} \cdot ID \cdot s \cdot \theta I}$$

$$\Delta P_t = 0.1259 \text{ psi} < 2 \text{ psi}$$



PROCESS ENGINEER FLOW DIAGRAM
 PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI BAGASSE
 KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



NO	KOMPONEN	ARUS (KG/AM)								SIMBOL	KETERANGAN	SIMBOL	KETERANGAN	SIMBOL	KETERANGAN
		1	2	3	4	5	6	7	8						
1	Bagasse	18380,59	-	-	-	6319,38	-	-	-	T-01	Tangki Asam Sulfat	BC	Belt Conveyer	H	Hooper
2	H2SO4	-	275,71	-	-	275,71	-	-	-	T-02	Tangki Furfural	P	Pompa	UPL	Unit Pembuangan Limbah
3	H2O	-	5,63	110285,93	31533,95	78759,83	31539,96	31521,34	12,63	G	Gudang	R	Reaktor	CD	Kondensor
4	Furfural	-	-	-	2617,32	-	2617,32	104,69	2512,63	HE	Heater	→	Steam	D	Decanter
5	Glukosa	-	-	-	-	7689,38	-	-	-	Tekana		→	Pneumatic	LC	Level controller
6	Pentosa	-	-	-	-	1752,57	-	-	-	Subst. °C		→	Pendingin	RC	Rotary Cutter
										Nomor Arus		---	Electrical	CL	Cooler
										Valve		—	Pipelines	TC	Temperatur controller
										EV	Expansion Valve				
	TOTAL	18380,59	281,34	110285,93	34151,28	94796,98	34151,28	31626,03	2525,25						


JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEER FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI BAGASSE
 KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :
 1. Muhammad Herry Hafidhuddin (17521054)
 2. Miftakul Fakhrurozi (17521056)

DOSEN PEMBIMBING
 1. Farnam H M Saleh, Dr., Ir., MSIE
 2. Fadilla Noor Rahma, S.T., M.Sc.



KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Muhammad Harris Hafidhuddin
No. MHS : 17521054
2. Nama Mahasiswa : Miftakhul Fakhrurozi
No. MHS : 17521056
- Judul Prarancangan *) : PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL
DARI BAGASSE KAPASITAS 20000 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : **14 April 2021**
- Batas Akhir Bimbingan : **08 Oktober 2022**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	06 Agustus 2021	Diagram Alir	
2	14 Oktober 2021	Diagram Alir dan Neraca Massa	
3	20 Oktober 2021	Neraca Massa	
4	23 Oktober 2021	Neraca Massa dan Neraca Panas	
5	13 November 2021	Neraca Panas	
6	27 November 2021	Perhitungan Alat	
7	04 Desember 2021	Perhitungan Alat	
8	12 Maret 2022	Perhitungan Alat	
9	19 Maret 2022	Perhitungan Alat dan Utilitas	
10	26 Maret 2022	Utilitas, dan Ekonomi	
11	31 Mei 2022	Laporan Tugas Akhir	
12	08 Juni 2022	Acc Laporan	

Disetujui Draft Penulisan: Yogyakarta, 05 Juni 2022

Pembimbing,



Farham H M Saleh, Dr., Ir., MSIE

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

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

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Muhammad Harris Hafidhuddin
No. MHS : 17521054
2. Nama Mahasiswa : Miftakhul Fakhrurozi
No. MHS : 17521056
- Judul Prarancangan *) : PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI
BAGASSE KAPASITAS 20000 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : **14 April 2021**
- Batas Akhir Bimbingan : **08 Oktober 2022**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	30 Juni 2021	Pemilihan judul Prancangan Pabrik	#adillatt =
2	07 Juli 2021	Kapasitas Pabrik	#adillatt =
3	19 Juli 2021	Kapasitas Pabrik	#adillatt =
4	27 Juli 2021	Diagram Alir	#adillatt =
5	2 Agustus 2021	Diagram Alir	#adillatt =
6	2 April 2022	Utilitas	#adillatt =
7	9 April 2022	Ekonomi	#adillatt =
8	05 Juni 2022	Penyetujuan Draft Penulisan	#adillatt =
9			
10			
11			
12			

Disetujui Draft Penulisan: Yogyakarta, 05 Juni 2022
Pembimbing,


FADILLA NOOR RAHMA, S.T., M.Sc.

- *) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy