

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
DEKSTRIN DARI UBI KAYU (*Manihot esculenta Crant*) SECARA
ENZIMATIS DENGAN KAPASITAS 35.000TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh:

Nama : Ahmad Fauzan

Nama : Dzikrul Amri

NIM : 14521193

NIM : 14521287

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

2019

**PRA RANCANGAN PABRIK DEKSTRIN DARI UBI
KAYU (*Manihot esculenta Crant*) SECARA ENZIMATIS
DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

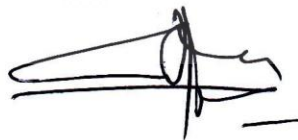


Oleh :

Nama : Ahmad Fauzan Nama : Dzikrul Amri
No. Mahasiswa : 14521193 No. Mahasiswa : 14521287

Yogyakarta, 10 September 2019

Pembimbing,



Dr. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PERANCANGAN PABRIK KIMIA**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Fauzan

Nama : Dzikrul Amri

NIM : 14521193

NIM : 14521287

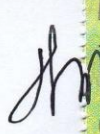

Yogyakarta, 10 September 2019

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri.

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

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

Tandan Tangan



Ahmad Fauzan

Tanda Tangan



Dzikrul Amri

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PERANCANGAN PABRIK**

Oleh :

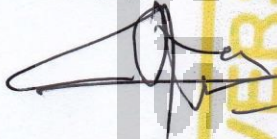
Nama : Dzikrul Amri

No.Mahasiswa : 14521287

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

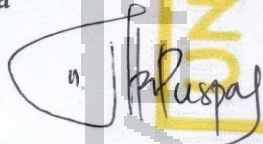
Yogyakarta, 19 September 2019

Tim Penguji,



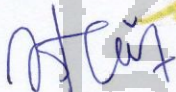
Dr. Ir. Farham H.M. Saleh, MSIE

Ketua



Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.

Anggota I



Umi Rofiqah, S.T., M.T.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Tekonologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PERANCANGAN PABRIK**

Oleh :

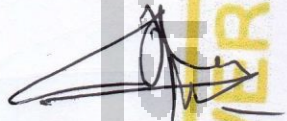
Nama : Ahmad Fauzan

No.Mahasiswa : 14521193

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

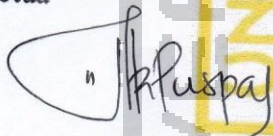
Yogyakarta, 19 September 2019

Tim Penguji,



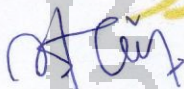
Dr. Ir. Farham H.M. Saleh, MSIE

Ketua



Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.

Anggota I



Umi Rofiqah, S.T., M.T.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Tekonologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan sehat dan iman, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir Perancangan Pabrik yang berjudul “Perancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu (*manihot esculenta crant*) secara Enzimatis dengan Kapasitas 35.000 Ton / Tahun”.

Tugas Akhir Perancangan Pabrik ini merupakan serangkaian tugas yang harus dilaksanakan oleh setiap mahasiswa sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa selama Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah menyertai dan meridhoi setiap jalan yang dilalui dan memberikan kemudahan kepada penulis.
2. Kedua orangtua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan selama mengenyam Pendidikan S1 Teknik Kimia di kampus ini dan dalam penyusunan Tugas Akhir, sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Ir. Suharno Rusdi, Ph. D selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah

memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.

5. Teman-teman Teknik Kimia 2014 Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang selalu memberi semangat dan dukungan.
6. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu 'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 19 September 2019

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
Halaman Moto	vi
Abstract	xi
Abstrak	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pabrik	1
1.2 Tinjauan Pustaka	13
BAB II	18
PERANCANGAN PRODUK	18
2.1 Spesifikasi Bahan	20
2.2 Spesifikasi Produk	21
2.3 Pengendalian kualitas	21
BAB III	25
PERANCANGAN PROSES	25
3.1 Uraian Proses	25
3.2 Spesifikasi Alat	28
3.3 Perancangan Produksi	45
BAB IV	46
PERANCANGAN PABRIK	46
4.1 Penentuan Lokasi Pabrik	46
4.2 Tata Letak Pabrik	52
4.3 Tata Letak Alat proses	57
4.4 Neraca Massa per Alat	60
4.5 Neraca Panas	66
4.6 Maintenance (perawatan)	72
4.7 Pelayanan Teknik	73
4.8 Organisasi Perusahaan	110
4.9 Evaluasi Ekonomi	144
BAB V	
5.1 Kesimpulan	154

DAFTAR TABEL

Table 1.1	Data Impor Dekstrin Indonesia.....	4
Tabel 1.2	Proyeksi Kebutuhan Dekstrin Indonesia Metode Linearisasi.....	6
Tabel 1.5	Perbandingan Komposisi Bahan Baku.....	9
Tabel 1.6	Luas Panen Ubi Kayu di Indonesia.....	10
Tabel 1.7	Luas Panen Ubi Kayu di Indonesia.....	11
Tabel 1.8	Produksi Ubi Kayu Beberapa Provinsi di Indonesia.....	11
Tabel 1.9	Produksi Ubi Kayu di Provinsi Lampung.....	12
Tabel 1.10	Perbandingan Teknologi Proses Hidrolisis Pati.....	17
Tabel 4.2.1	Perincian luas tanah dan bangunan pabrik.....	
Tabel 4.4.2	Neraca massa di mixing tank.....	58
Tabel 4.4.3	Neraca massa di pelarutan NaOH.....	58
Tabel 4.4.4	Neraca massa di reactor.....	59
Tabel 4.4.5	Neraca massa di HBF.....	59
Tabel 4.4.6	Neraca Massa di Cation Exchanger.....	60
Tabel 4.4.7	Neraca Massa di Evaporator.....	60
Tabel 4.4.8	Neraca Massa di Spray Dryer.....	61
Tabel 4.4.9	Neraca Massa di Cyclone.....	62
Tabel 4.4.10	Neraca Massa di Cooling Conveyor.....	63
Tabel 4.5.1	Neraca Panas di Jet Cooker.....	63
Tabel 4.5.2	Neraca Panas di Reaktor.....	64
Tabel 4.5.3	Neraca Panas di Cooler.....	65
Tabel 4.5.4	Neraca Panas di Evaporator.....	66
Tabel 4.5.5	Neraca panas di Spray Dryer.....	67
Tabel 4.5.6	Neraca Panas di Cooling Conveyor.....	68
Tabel 4.7.1.3.1	Kebutuhan Air untuk Pendingin (kg/jam).....	77
Tabel 4.7.1.3.2	Kebutuhan Steam (kg/jam).....	78
Tabel 4.7.1.3.3	Kebutuhan Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga.....	79
Tabel 4.4	Jadwal kerja shift tiap regu.....	119
Tabel 4.8.5.1.1	Jabatan dan keahlian.....	120
Tabel 4.8.5.2.1	Perincian jumlah karyawan alat proses.....	123
Tabel 4.8.5.2.2	Jumlah karyawan.....	124
Tabel 4.8.4.3.1	Penggolongan gaji menurut jabatan.....	127
Tabel 4.9.1.1	Harga indeks.....	136
Tabel 4.9.1.2	Harga indeks pada tahun perancangan.....	137
Tabel 4.9.5.1	Physical Plant Cost.....	145
Tabel 4.9.5.2	Direct Plant Cost (DPC).....	146
Tabel 4.9.5.3	Fixed Capital Investment (FCI).....	146
Tabel 4.9.5.4	Direct Manufacturing Cost (DMC).....	146
Tabel 4.9.5.5	Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	147
Tabel 4.9.5.6	Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	147
Tabel 4.9.5.7	Total Manufacturing Cost (MC).....	147
Tabel 4.9.5.8	Working Capital (WC).....	148
Tabel 4.9.5.9	General Expense (GE).....	148
Tabel 4.9.5.10	Total biaya produksi.....	148

Tabel 4.9.5.11	Fixed cost (Fa).....	149
Tabel 4.9.5.12	Variable cost (Va).....	149
Tabel 4.9.5.13	Regulated cost (Ra).....	150



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor Dekstrin di Indonesia	5
Gambar 1.2 Grafik Kebutuhan Dekstrin Indonesia Metode Linierisasi	6
Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik Dekstrin	47
Gambar 4.2 Layout pabrik Dekstrin	54
Gambar 4.3 Tata letak alat proses	57
Gambar 4.9 Grafik index harga	137
Gambar 4.9.7 Grafik Evaluasi Ekonomi	153



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A.....	135
LAMPIRAN B.....	152
LAMPIRAN C.....	154



ABSTRAK

Pabrik Dextrin ini dirancang dengan kapasitas 35.000 ton / tahun, dari ubi kayu 5338,6650 kg / jam. Pabrik tersebut rencananya akan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam satu tahun dan akan didirikan di Terusan Nunyai Lampung Tengah, Lampung, dengan luas 9300 m² dengan total 111 karyawan. Proses produksi akan dioperasikan melalui reaktor pada suhu 100 °C, dan tekanan 1 atm menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk.

Pabrik ini membutuhkan air pendingin 4852,705 kg / jam pada suhu 30°C, air steam sebanyak 6538,53 kg / jam, dan 180 KWh pasokan listrik dari PLN dan juga membutuhkan generator sebagai cadangan 285,31 lt / jam solar. Modal tetap (*Fixed Capital*) diperlukan sebesar Rp. 13.765.998.728, Modal kerja (*Working Capital*) Rp 79.844.366.167 dengan laba sebelum pajak sebesar Rp. 75.185.816.768 per tahun, dan setelah pajak sebesar Rp. 37.592.908.384 per tahun, Return of Investment (ROI) sebelum pajak 26,46 %, dan setelah pajak 22,5 %, Bayar Waktu Sebelum Pajak (POT) 1,2 tahun dan setelah pajak 2,1 tahun, *Discounted Cash Flow of Return* (DCFR) 28,47 %, Break Even Point 47,93 % dan Shut Down Point 31,97 %. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa pabrik tersebut sudah layak, sehingga tanaman tersebut layak untuk dibangun.

Kata kunci: dekstrin, pati

ABSTRACT

Dextrin plant is designed with a capacity of 35,000 tons / year, from cassava 5338,6650 kg / hr. The plant is planned to operate continue for 330 days in one year and will be established in Terusan Nunyai, Lampung tengah, Lampung, on a land of 9300 m² with a total of 111 employees. The production process will be operated through reactors at 100 °C, and 1 atm pressure using a continous stirred tank reactor.

This factory requires 4852,705 kg / hour of cooling water at temperature 30°C, steam water as much 6538,53 kg/jam, and 180 kWatt of power supply from PLN and also need a generator as reserve 285,31 lt / hr of diesel fuel. Fixed Capital required as much as Rp. 13.765.998.728, Working Capital Rp 79.844.366.167 with pre-tax profit of Rp. 75.185.816.768 per year, and after tax of Rp. 37.592.908.384 per year, Return of Investment before tax 26,46 %, and after tax 22,5 %, Pay Out Time before tax 1,2 year and after tax 2,1 year, Discounted Cash Flow of Return 28,47 %, Break Even Point 47,93 % and Shut Down Point 31,97 %. The economic analysis shows that the plant was capable, so the plant are proper to be built.

Keywords : dextrin, starch

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang masih meningkatkan pembangunan segala bidang, khususnya dibidang Industri kimia. Indonesia dapat meningkatkan kekuatan ekonominya apabila bisa menghasilkan sendiri barang-barang kebutuhan utama, terutama kebutuhan industri.

Hampir semua kebutuhan industri kimia dalam negeri saat ini masih harus diimpor dari industri luar negeri. Salah satu jenis produk yang kebutuhannya didatangkan dari negara lain yaitu dekstrin. Meskipun telah terdapat pabrik yang memproduksi dekstrin, sebanyak 291.600 ton/tahun oleh PT. Budi Starch & Sweetener Tbk., Indonesia masih melakukan impor dekstrin karena kebutuhan dekstrin sangat besar pada berbagai bidang industri. Kebutuhan impor dekstrin hingga tahun 2018 mencapai 13.073,991 ton.

Dekstrin adalah polisakarida yang memiliki rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$. Dekstrin merupakan polisakarida yang berupa produk *intermediate* dari proses hidrolisis pati baik dengan penggunaan asam ataupun penggunaan enzim. Susunan molekul dekstrin mirip dengan pati, namun lebih sederhana dengan molekul sebanyak 23 ($n=23$). Dekstrin banyak digunakan dalam

bidang industri, antara lain sebagai pengental atau penstabil pada industri pangan, sebagai bahan perekat pada industri kertas, sebagai bahan pengental pada industri cat, sebagai bahan pengental zat warna dalam industri tekstil, dan lainnya.

Kebutuhan dekstrin di Indonesia diperkirakan akan terus mengalami peningkatan jika ditinjau dari semakin banyaknya industri yang menggunakan dekstrin sebagai salah satu bahan dalam proses produksi suatu produk. Oleh karena itu, dengan didirikannya pabrik dekstrin di Indonesia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dekstrin dengan bahan yang mudah diperoleh dan dengan biaya yang murah sehingga dapat dihasilkan produk dekstrin dengan nilai ekonomis yang lebih baik. Dari berbagai macam bahan baku yang dapat digunakan dalam proses produksi dekstrin, maka dipilih ubi kayu (*Manihot esculenta Crant*) sebagai bahan baku dalam proses produksi dekstrin.

Ubi kayu (*Manihot esculenta Crant*) adalah tanaman yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Ubi kayu di Indonesia banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan serta sebagai bahan pakan. Ubi kayu yang juga dikenal sebagai ketela pohon atau singkong mempunyai nilai gizi sebagai bahan pangan terutama sebagai sumber karbohidrat. Pemanfaatan ubi kayu diperkirakan meningkat untuk konsumsi, pakan dan industri olahan serta bahan energi terbarukan. Jumlah produksi yang besar serta harga ubi kayu yang murah, menjadikan ubi kayu banyak digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai bidang industri.

Ubi kayu dibudidayakan oleh hampir seluruh masyarakat Indonesia di berbagai provinsi. Secara keseluruhan, total lahan panen ubi kayu di Indonesia pada tahun 2015 seluas 949.916 hektar, dimana lahan panen terluas berada di provinsi Lampung dengan luas lahan mencapai 279.337 hektar. Provinsi Lampung merupakan provinsi dengan total produksi ubi kayu terbesar di Indonesia, pada tahun 2015 produksi ubi kayu di provinsi Lampung mencapai 7.387.084 ton. Pemilihan ubi kayu sebagai bahan baku dalam proses produksi dekstrin adalah karena ubi kayu dapat tumbuh dengan baik di Indonesia, sehingga ubi kayu sangat mudah diperoleh mengingat Indonesia merupakan negara yang memiliki area perkebunan ubi kayu yang sangat luas, maka pabrik dekstrin sangat memungkinkan untuk didirikan di Indonesia, khususnya di Provinsi Lampung. Pembangunan pabrik dekstrin diharapkan dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri serta dapat memacu pertumbuhan ekonomi dan industri yang tangguh.

1.1.1 Penentuan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas produksi Dekstrin dapat dilihat dari beberapa aspek, salah satunya aspek kebutuhan produk dekstrin di Indonesia dan melimpahnya ketersediaan bahan baku.

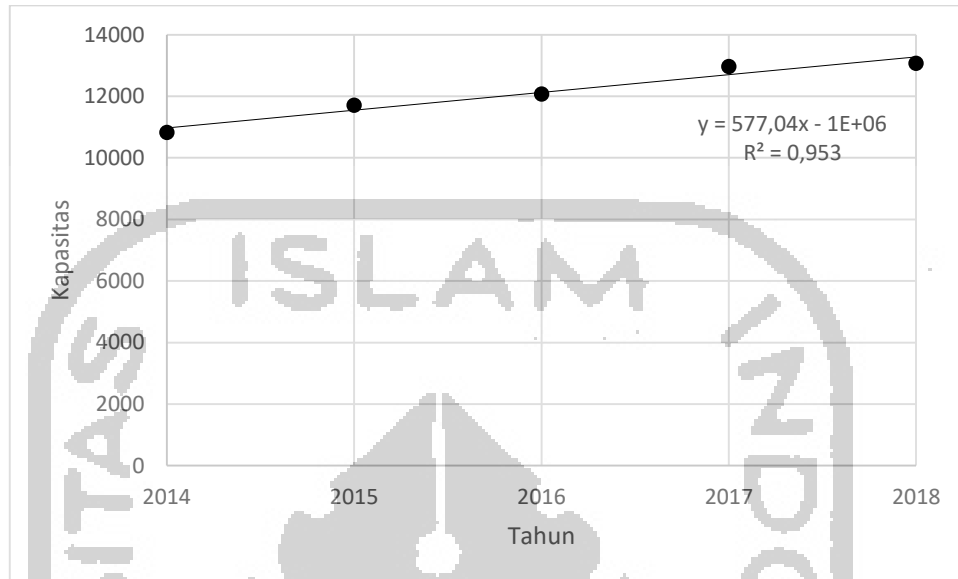
Kebutuhan Dekstrin di Indonesia setiap tahunnya lebih cenderung mengalami peningkatan, sehingga Indonesia masih mengimpor dekstrin dari luar negeri. Berdasarkan data dari BPS (Badan Pusat Statistik), data impor dekstrin dari tahun 2014 sampai 2018 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 1 Data perkembangan impor Dekstrin di Indonesia

Tahun	Total (Ton)
2014	10820,678
2015	11706,565
2016	12073,804
2017	12970,338
2018	13073,991

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2014-2018)

Berdasarkan data tersebut, maka diperoleh grafik hubungan antara impor dekstrin di Indonesia dengan tahun, grafik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. 1 Hubungan antara impor dekstrin di Indonesia dengan tahun

Untuk menentukan proyeksi kebutuhan dekstrin di tahun 2023 maka dapat digunakan metode linearisasi dengan melihat data impor dekstrin pada tabel 1 diatas, maka dapat diprediksikan kebutuhan dekstrin pada tahun 2023 dengan menggunakan metode linerisasi dalam bentuk grafik seperti gambar 2 berikut ini:

Kebutuhan dekstrin di Indonesia menggunakan metode linierisasi didapat persamaan $y = 577,04X - 1E+06$ dimana y adalah kebutuhan dekstrin per tahun dalam ton, dan x merupakan tahun. Dari persamaan tersebut dapat diproyeksikan kebutuhan dekstrin pada tahun 2019-2023.

Berdasarkan metode linierisasi didapatkan proyeksi jumlah kebutuhan dekstrin di Indonesia pada tahun 2023 sebesar 16.168,4 ton/tahun. Pabrik dekstrin ini akan dioperasikan pada tahun 2023 dengan kapasitas sebesar 35.000 ton/tahun.

1.1.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan-bahan pati dan selulosa merupakan bahan-bahan yang melimpah di alam Indonesia dan jika dihidrolisis dengan bantuan katalisator pada akan menghasilkan dekstrin dan glukosa. Sumber bahan-bahan pati dan selulosa tersebut dapat diperoleh dari alam seperti jagung, ubi kayu, padi, kentang, gandum, sagu, ubi jalar, dan lainnya.

Bahan baku yang digunakan dalam produksi dekstrin yaitu ubi kayu. Pemilihan ubi kayu tersebut didasarkan pada kandungan pati yang terdapat dalam ubi kayu dan ketersediaan ubi kayu di Indonesia. Berikut ini merupakan perbandingan komposisi bahan baku dari beberapa tanaman sumber pati yang ditampilkan pada tabel 5 berikut:

Tabel 1.3 Perbandingan Komposisi Bahan Baku

Parameter	Jagung	Ubi Kayu	Kentang	Ubi Jalar
Air (%)	13,50	13,23	75,00	70,00
Abu (%)	1,40	0,043	0,92	1,20
Lemak (%)	4,00	0,31	0,20	0,70
Protein (%)	10,00	0,016	2,08	2,20
Pati (%)	66,55	86,53	20,63	26,00
Zat Tepung (%)	6,10	0,03	19,90	27,90
Gula (%)	1,40	0,07	-	6,70
Serat (%)	2,30	0,01	1,10	0,30

Ubi kayu adalah tanaman berkayu yang ditanam secara luas di daerah tropis dan subtropis di dunia. Ubi kayu banyak dibudidayakan oleh hampir seluruh masyarakat Indonesia, ubi kayu di Indonesia banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan serta sebagai bahan pakan. Ubi kayu tetap tumbuh dengan baik walaupun berada pada lahan yang kurang subur dan curah hujan yang rendah. Berikut ini merupakan data luas panen dan produksi ubi kayu di Indonesia pada tahun 2008-2015 yang ditampilkan pada tabel 6 dan tabel 7 berikut:

Tabel 1.6 Luas Panen Ubi Kayu di Indonesia

Tahun	Luas Lahan Panen (ha)
2008	1.204.933
2009	1.175.666
2010	1.183.047
2011	1.184.696
2012	1.129.688
2013	1.065.752
2014	1.003.494
2015	949.916

Tabel 1.7 Produksi Ubi Kayu di Indonesia

Tahun	Produksi (Ton)
2008	21.756.991
2009	22.039.145
2010	23.918.118
2011	24.044.025
2012	24.177.372
2013	23.936.921
2014	23.436.384
2015	21.801.415

Ubi kayu banyak ditemukan hampir di semua provinsi di Indonesia. Data luas lahan panen dan produksi ubi kayu terbesar beberapa provinsi di Indonesia ditampilkan pada tabel 8 dibawah ini:

Tabel 1.8 Produksi Ubi Kayu Beberapa Provinsi di Indonesia

Provinsi	Luas Lahan Panen (ha)	Produksi (Ton)
Sumatera Utara	47.837	1.619.495
Sumatera Selatan	8.801	217.807
Lampung	279.337	7.387.084
Jawa Barat	85.288	2.000.224
Jawa Tengah	150.874	3.571.594
D.I Yogyakarta	55.626	873.362
Jawa Timur	146.787	3.161.573
Nusa Tenggara Timur	60.557	637.315
Kalimantan Barat	10.609	173.449
Sulawesi Selatan	26.783	565.958

Dari data produksi ubi kayu terbesar di beberapa provinsi di Indonesia, terlihat pada tabel 8 bahwa provinsi penghasil ubi kayu terbesar di Indonesia adalah Provinsi Lampung. Data produksi ubi kayu di Provinsi Lampung dari tahun ke tahun ditampilkan pada tabel 9 dibawah ini:

Tabel 1.9 Produksi Ubi Kayu di Provinsi Lampung

Tahun	Jumlah (Ton)
2008	7.721.882
2009	7.569.178
2010	8.637.594
2011	9.193.676
2012	8.387.351
2013	8.329.201
2014	8.034.016
2015	7.387.084

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Teknologi Proses Pembuatan Dekstrin

Dekstrin dibuat oleh Lagrange pada tahun 1804 dengan melakukan percobaan untuk mendapatkan pengganti *gum Arabic*, yang kemudian sebagian besar digunakan dalam industri. Dekstrin dapat diperoleh melalui dua tahap proses, yaitu hidrolisis pati dengan asam dan hidrolisis pati dengan enzim. Hidrolisis merupakan proses antara bahan baku atau reaktan dengan air yang bertujuan untuk menguraikan bahan baku.

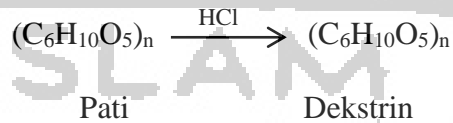
Dengan air akan menghasilkan dekstrin. Reaksi antara pati dan air membutuhkan katalisator berupa asam ataupun enzim untuk mempercepat proses penguraian senyawa.

a. Hidrolisis Pati Dengan Asam

Proses hidrolisis pati dengan asam menggunakan bantuan asam klorida dengan konsentrasi yang rendah sebagai katalis. Penggunaan asam sebagai katalis dapat mengkonversi pati menjadi dekstrin sebesar 50%, konversi tersebut termasuk kecil yang disebabkan adanya degradasi hasil hidrolisis yang terbentuk karena penggunaan temperatur reaksi yang tinggi. Proses hidrolisis pati dengan asam dilakukan pada suhu 127 °C dan pada tekanan 4 atm (bersifat eksotermis) selama 1¼ jam, selanjutnya ditambahkan asam borat sebanyak 4 % dari pati yang digunakan dan mereaksikan kembali selama 15 menit. Pada proses hidrolisis pati dengan asam, konsentrasi asam dan suhu reaksi menjadi variabel yang penting dalam pembentukan dekstrin. Keunggulan proses hidrolisis pati dengan asam yaitu reaksi pembentukan dekstrin berlangsung dalam waktu yang cepat, sedangkan kelemahannya yaitu menghasilkan warna dan rasa yang kurang baik karena asam sangat reaktif dan mempengaruhi kemurnian produk.

Proses hidrolisis pati dengan asam membutuhkan energi dan biaya yang besar karena proses berlangsung pada tekanan dan temperatur yang tinggi,

selain itu proses ini juga memerlukan peralatan yang tahan korosi karena reaksi berlangsung pada kondisi pH yang rendah. Reaksi yang terjadi pada saat proses hidrolisis pati dengan asam yaitu:



b. Hidrolisis Pati Dengan Enzim

Proses hidrolisis pati secara enzimatik dapat memecah polimer menjadi monomer-monomer dengan bantuan enzim. Pada proses hidrolisis pati secara enzimatik, molekul pati mula-mula pecah menjadi dekstrin. Dekstrin adalah glukosa yang terdiri atas polimer sakarida yang memiliki rumus molekul yang sama dengan pati, namun lebih kecil dan lebih kompleks dibandingkan pati. Proses hidrolisis pati secara enzimatik terbagi ke dalam dua tahapan umum yaitu tahapan gelatinisasi dan tahapan likuifikasi. Pada proses gelatinisasi granula pati mengembang dan kemudian pecah. Enzim yang berperan dalam perubahan pati menjadi dekstrin adalah enzim α -amilase. Kondisi yang mempengaruhi aktivitas enzim diantaranya konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, pH serta suhu reaksi.

- Tahap Gelatinasi

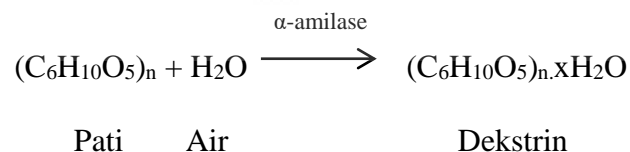
Gelatinasi merupakan proses masuknya air ke dalam granula pati yang menyebabkan granula pati mengembang dan akhirnya pecah. Proses gelatinasi dilakukan dengan tujuan memecah granula pati. Ukuran granula pati akan

semakin membesar seiring terjadinya peningkatan suhu. Hal tersebut dapat menyebabkan viskositas bahan baku yang digunakan (ubi kayu) akan semakin meningkat dan terbentuk *slurry*.

- Tahap Likuifikasi

Tahap likuifikasi menggunakan enzim α -amilase untuk mengubah pati menjadi dekstrin. Enzim α -amilase merupakan enzim amilase yang memutuskan ikatan glikosidik pada bagian dalam rantai pati secara acak. Proses hidrolisa pati menjadi dekstrin kurang sempurna apabila tidak ditambahkan enzim α -amilase. Hal ini disebabkan tidak ada pemutusan ikatan spesifik pada homopolimer rantai ikatan α -1,4-glikosida amilum sehingga glukosa yang dihasilkan kurang optimal.

Tahap likuifikasi berlangsung selama 3 jam pada suhu 100 °C. Pada tahap likuifikasi juga ditambahkan NaOH. Penambahan NaOH tersebut bertujuan untuk menjaga pH selama reaksi berlangsung. Dari tahap likuifikasi, pati diubah menjadi dekstrin dengan konversi sebesar 95,3 %. Reaksi yang terjadi pada saat proses hidrolisa dengan asam yaitu:



1.1.1 Pemilihan Teknologi Proses

Dalam pemilihan teknologi proses ini dapat dibandingkan dari produksi dekstrin dengan proses hidrolisis asam dan hidrolisis dengan enzim, untuk menentukan proses mana yang lebih efektif dan efisien. Berikut merupakan perbandingan teknologi proses hidrolisis pati menjadi dekstrin:

1.2.2 Pemilihan Proses

Tabel 1. 2 Perbandingan Teknologi Proses Hidrolisis Pati

No	Pembanding	Hidrolisis Asam	Hidrolisis Enzim
1	Proses sederhana	Tidak	Iya
2	Konversi pati	50%	95,3%
3	Suhu operasi	127°C	100°C
4	Tekanan operasi	4 atm	1 atm

Dalam prarancangan pabrik dekstrin ini dipilih proses hidrolisis pati menjadi dekstrin secara enzimatik dengan alasan sebagai berikut: Bahan baku berupa ubi kayu (*Manihot esculenta Crant*) mudah diperoleh dan ketersediaannya melimpah. Proses berlangsung pada suhu dan tekanan yang rendah. Proses produksi berlangsung sederhana. Konversi dekstrin dari pati yang dihasilkan sebesar 95,3 %.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Berdasarkan perancangan pabrik yang akan dibangun maka kualitas bahan baku serta produk harus sesuai dengan yang dirancang agar target dapat tercapai. Dan ada beberapa spesifikasi pendukung yang harus disesuaikan agar kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan pasaran.

Spesifikasi Produk

2.1.1 Spesifikasi Produk

Dekstrin

Sifat Fisik

- Rumus molekul : $(C_6H_{10}O_5)_n \cdot xH_2O$
- Berat molekul : 162,09 g/mol
- Bentuk : Padat
- Warna : Putih hingga kuning tua
- *Specific gravity* : 1,038
- Titik cair : 178°C
- pH : 5 – 7

Sifat Kimia

- Larut dalam air dingin.

Jika direaksikan dengan alkohol atau Ca/BaOH akan menghasilkan endapan dextrin yang bentuknya tidak beraturan.

Spesifikasi Bahan

2.2.1 Spesifikasi Bahan Baku

a. Ubi Kayu

Sifat Fisik

- Bentuk : Padat
- Kadar air : 13,236%
- Lemak kasar : 0,031%
- Protein kasar : 0,016%
- Serat kasar : 0,010%
- Kadar abu : 0,043%
- Pati : 80,532%

Sifat Kimia

- Mengandung asam sianida (HCN) yang mudah larut dalam air.

b. Air

Sifat Fisik

- Rumus molekul : H₂O
- Berat molekul : 18,016 g/mol
- *Specific gravity* (cair) : 1,00
- *Specific gravity* (padat) : 0,195

- Densitas : 1 g/mL (pada 4°C)
- Kalor jenis : 1 kal/g.°C
- Titik beku : 0°C (pada tekanan 1 atm)
- Titik didih : 100°C (pada tekanan 1 atm)
- pH : 6,8 – 7,2

Sifat Kimia

- Memiliki ikatan hidrogen.
- Memiliki pasangan elektron bebas sehingga termasuk senyawa polar.

c. Natrium Hidroksida

Sifat Fisik

- Rumus molekul : NaOH
- Berat molekul : 40 g/mol
- Bentuk : Padat
- *Specific gravity* : 2,130
- Titik leleh : 318,4°C
- Titik didih : 1.390°C
- Kapasitas panas : 0,67 (pada suhu 25°C)

Sifat Kimia

- Mudah larut dalam air.
- Jika berkontak dengan udara akan mencair dan jika dibakar akan meleleh.

2.2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

a. Enzim α -amilase

Sifat Fisik

-	Wujud	: Cair
-	Warna	: Kuning
-	Densitas	: 1.260 kg/m ³
-	Viskositas	: 1 – 25 cp
-	pH stabil	: 6,2 – 7,5
-	pH optimum	: 6,0-6,5
-	pH inaktivasi	: 5,0
-	Organisme penghasil	: <i>Bacillus licheniformis</i>

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dapat didefinisikan sebagai suatu aktivitas agar diperoleh barang hasil jadi yang kualitasnya sesuai dengan standar yang diinginkan. 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 yang telah ditetapkan 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 *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

1. *Temperature Controller (TC)*, adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur suatu alat dan bila terjadi perubahan maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu serta dapat melakukan pengendalian.
2. *Temperature Indicator (TI)*, adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur dari suatu alat.
3. *Level Controller (LC)*, adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.
4. *Level Indicator Controller (LI)*, adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat.
5. *Pressure Controller (PC)*, adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.
6. *Pressure Indicator (PI)*, adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi suatu alat.
7. *Flow Controller (FC)*, adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.

8. *Flow Indicator* (FI), adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.

2.3.1 Pengendalian Kuantitas

Pengendalian kualitas yang dimaksud adalah pengawasan produk terutama pada produk-produk yang terbentuk pada saat dipindahkan dari tangki penyimpanan ke mobil truk dan ke kapal. Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Adanya *standard operational product* (SOP) akan lebih membantu.

2.3.2 Pengendalian Waktu

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

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

2.3.3 Pengendalian Bahan Proses

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah

dianalisa tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada supplier.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik dekstrin perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1 Uraian Proses

Proses produksi Dekstrin menggunakan proses hidrolisis pati secara enzimatis terdiri dari beberapa tahapan berikut :

- Tahap persiapan bahan baku
- Tahap pencampuran bahan
- Tahap gelatinasi
- Tahap liquifikasi
- Tahap pemisahan dan pemurnian produk

1. Persiapan Bahan Baku

Ubi kayu bersih didistribusikan dari gudang penyimpanan bahan baku (G-01) diangkut menggunakan *belt conveyor* (CV-01) menuju *crusher* (CR-01). Keluaran *crusher* selanjutnya diangkut menggunakan *screw conveyor* (CV-02) menuju *ball mill* (BM-01) untuk dilakukan penghalusan ubi kayu. Ubi kayu yang telah dihaluskan selanjutnya diumpankan menuju *mixing tank* (MT-01) menggunakan *screw conveyor* (CV-03).

2. Tahap Pencampuran Bahan

Pada tangki pencampuran (MT-01) ubi kayu yang telah dihaluskan ditambahkan sejumlah air menggunakan pompa (P-01) sampai terbentuk *slurry* dengan konsentrasi sebesar 35%.

3. Tahap Gelatinasi

Cairan pati selanjutnya diumpankan menggunakan pompa (P-02) menuju *heat exchanger* (HE-01) agar temperatur *slurry* meningkat menjadi 65 °C yang selanjutnya diumpankan menuju *jet cooker* (JC-01) menggunakan pompa (P-03) untuk melalui tahapan gelatinasi. Proses gelatinasi berlangsung pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Pada proses gelatinasi ini cairan pati mengalami pemecahan ikatan kimia, sehingga memudahkan dalam penyerapan enzim pada tahapan selanjutnya.

4. Tahap Liquifikasi

Cairan pati yang telah digelatinasi selanjutnya diumpankan menuju reaktor liquifikasi. Dalam proses liquifikasi menggunakan enzim sebagai katalisator untuk mengubah pati menjadi dekstrin. Cairan pati yang masuk kedalam reaktor liquifikasi (R-01) memiliki pH ±4,5.

Enzim yang digunakan untuk mengubah pati menjadi dekstrin yaitu enzim α -amilase yang bekerja optimum pada pH 5-6,2. Untuk menjaga pH berada pada kisaran 5-6,2 dilakukan penambahan NaOH dengan konsentrasi 1N sebanyak 20% dari banyaknya enzim α -amilase yang digunakan.

NaOH ditambahkan ke reaktor liquifikasi menggunakan pompa (P-05). Selanjutnya enzim α -amilase ditambahkan ke reaktor liquifikasi menggunakan pompa (P-04) sebanyak 0,2% per kg pati yang digunakan.

Proses liquifikasi berlangsung selama 3 jam pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Pada tahap ini, enzim α -amilase dapat mengkonversikan 95,3% pati yang digunakan menjadi dekstrin. Reaktor bekerja secara eksotermis, sehingga suhu reaksi harus dipertahankan. Untuk menjaga suhu reaksi tidak mengalami kenaikan, maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin. Dekstrin yang diperoleh selanjutnya didinginkan

menggunakan *cooler* hingga mencapai suhu 40°C sebelum diumpankan menuju tahapan pemisahan dan pemurnian produk.

5. Tahap Pengeringan

Dekstrin yang terbentuk masih mengandung pati yang tidak terkonversi dan sisa enzim. Dekstrin selanjutnya dialirkan menuju *horizontal belt filter* (HBF-01). *Cake* yang terbentuk diteruskan menuju unit pengolahan limbah sedangkan dekstrin diumpankan menuju kolom *exchanger*. Dekstrin dialirkan menggunakan pompa (P-05) menuju kolom *cation exchanger* (CX-01) untuk menghilangkan ion Na^+ .

Dekstrin kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-08) menuju *evaporator* (EV-01). Keluaran dekstrin dari *evaporator* kemudian dialirkan menuju *Spray Dryer* (SD-01) untuk diubah menjadi fase padat. Feed kemudian diumpankan menuju *silo* (S-01) penyimpanan produk melalui *elevator* (EL-01).

3.2 Spesifikasi Alat Proses

3.2.1 Alat Besar

a) Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi antara pati dan air menjadi dekstrin dengan bantuan enzim α -amilase
Sistem	: Kontinyu
Dimensi alat	: Tangki silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk standar dished
Bahan material	: <i>Carbon steel SA-283 grade : C</i>
Kapasitas umpan	: 5368,01765 kg/jam
Volume reactor	: 6,45925 m ³
Kondisi operasi	
Temperature	: 100°C

Tekanan : 1 atm
 Jumlah : 1 unit
 Diameter reaktor : 1,87413 m
 Tinggi reactor : 2,81120 m
 Tebal head : 0,18750 in
 Tinggi head : 0,35982 in
 Volume head : 0,12623 m³
 Jenis pengaduk : *pitched-blade turbin*
 Diameter pengaduk : 0,56224 m
 Daya pengaduk : 6,13543 hp
 Kecepatan pengaduk : 155,38572 rpm

b) Mixing Tank

Kode : MT-01
 Fungsi : Tempat untuk proses pencampuran dengan menambahkan air pada ubi kayu yang telah dihaluskan agar terbentuk slurry ubi kayu
 Bahan material : *Carbon Steel SA-283 grade : C*
 Kondisi operasi
 Kapasitas umpan : 13199,08277 kg/jam
 Diameter tangki : 2,25347 m
 Tinggi Tangki : 3,38020 m
 Volume tangki : 4,6716 m³
 Tinggi Head : 0,44651 m
 Tebal head : 1,12500 in
 Tebal shell : 0,25000 in
 Diameter pengaduk : 0,67604 m
 Daya pengaduk : 35,55301 hp
 Kecepatan pengaduk : 172,30545 rpm

c) Evaporator

Kode	: EV-01
Fungsi	: Mengurangi jumlah kandungan air dari produk dekstrin
Jenis	: <i>Falling Film Evaporator</i>
Dimensi alat	: bentuk tutup atas dan bawah <i>torispherical dished head</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 5114,38377 kg/jam
Diameter dalam tube	: 1,28 in
Diameter luar tube	: 1,50 in
Jenis tube	: 12 BWG
Panjang tube	: 24 ft
Jumlah tube	: 14
Diameter dalam shell	: 24 in

d) Crusher

Kode alat	: CR-01
Fungsi	: Mereduksi ukuran singkong dari root peeler
Type	: <i>Cone Crusher</i>
Kapasitas	: 5338,694 kg/ja
Actual speed	: 35,3885 rpm
Actual Power	: 102,3292 hp

e) Spray Dryer

Kode alat	: SD-01
Fungsi	: mengeringkan produk melalui kontak langsung dengan udara pengering sehingga didapatkan produk berupa powder
Tipe	: <i>spray dryer equipped wheel atomizer</i>
Laju alir umpan	: 4505,58051 kg/jam
Laju alir udara	: 1952,76103 kg/jam

Volume : 5,29068 m³
 Tinggi total : 4,79933 m
 Diameter : 1,19983 m

f) Cyclone

Fungsi : mengeringkan produk dekstrin sisa dari spray dryer sebelum masuk conveyor

Diameter cyclone : 0,60 m
 Lebar inlet : 0,11 m
 Tinggi inlet : 0,36 m
 Pressure loss : 1,19 N/m²
 Static press : 797,14 Pa

3.2.2 Alat kecil

a) Tangki NaOH

Kode : T-03
 Fungsi : Tempat penyimpanan NaOH
 Jenis : *Vertical silinder*
 Jenis Head : *Torispherical head*
 Bahan : *Carbon steel SA-283 Grade: C*
 Waktu tinggal : 168 jam

Kondisi operasi

- Temperatur (T) : 33 °C
 - Tekanan (P) : 1 atm

Jumlah : 1 unit
 Volume tangki : 0,38935 m³
 Diameter : 0,69150 m
 Tinggi Tangki : 1,03725 m
 Tinggi Head : 0,17083 m
 Tebal head : 0,1875 in

b) Silo

Kode	: S-01
Tugas	: Tempat Penyimpanan Produk Dekstrin
Fase	: padat
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 399,8539 m ³
Kondisi operasi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30°C
Tinggi	: 4,9611 m
Diameter	: 6,0601 m

c) Jet Cooker

Kode	: JC-01
Fungsi	: Tempat terjadinya gelatinasi
Dimensi alat	: Tangki silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished</i>
Bahan material	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade : C</i>
Kapasitas umpan	: 13199,08277 kg/jam
Diameter	: 2,04633 m
Tinggi	: 4,09267 m
Volume	: 13,45330 m ³
Tebal shell	: 1,37500 in
Tebal head	: 1,25000 in
Tinggi head	: 0,42103 m
Diameter pengaduk	: 0,61390 m
Daya pengaduk	: 44,37103 hp
Kecepatan pengaduk	: 189,74670 rpm

d) Horizontal Belt Filter

Kode	: HBF-01
Fungsi	: untuk memisahkan filtrate dan cake
Volume	: 4,2299 m ³ /jam
Diameter	: 10 ft
Temperature	: 40°C
Panjang	: 25 ft
Luas	: 785 ft ²
Daya	: 1 Hp

e) Cation Exchanger

Kode	: CX-01
Fungsi	: Mengikat ion-ion positif
Bentuk	: <i>Silinder vertical</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Volume	: 2,06 m ³
Temperature	: 40 °C
Diameter	: 1 m
Tinggi tangki	: 3 m
Tinggi bed	: 24 in

f) Raw Mills

Kode	: BM-01
Fungsi	: menghaluskan ukuran singong dari crusher
Tipe	: <i>Ball Mills</i>
Kapasitas	: 5338,694 kg/jam
Actual speed	: 35,3885 rpm
Power	: 102,3292 hp

g) Tangki Enzim A-Milase

Kode	: T-02
Fungsi	: Tempat penyimpanan <i>enzim a-milase</i>
Jenis	: <i>Vertical silinder</i>
Jenis Head	: <i>Torispherical head</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA-283 Grade:C</i>
Waktu tinggal	: 168 jam
Kondisi operasi	
Temperatur (T)	: 30 °C
Tekanan (P)	: 1 atm
Jumlah	: 1 unit
Volume tangki	: 1,26712 m ³
Diameter	: 1,02475 m
Tebal head	: 0,53713 in
Tinggi Head	: 0,22627 m
Tinggi tangki	: 1,53713 m

h) Heater 1

Kode	: HE-01
Fungsi	: Menaikkan temperatur slurry sebelum masuk ke jet cooker untuk dipanaskan kembali
Jenis	: <i>Shell and tube heat exchanger</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA-283 Grade : C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 13199,08516 kg/jam
Panjang	: 19 ft
ID shell	: 0,62 in
OD tube	: ¾ in

i) Cooler 1

Kode : CO-01

Fungsi : menurunkan temperatur slurry sebelum masuk ke HBF

Jenis : Shell and heat exchanger

Bahan : Carbon steel SA-283 Grade : C

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 4585,5609 kg/jam

Panjang : 25ft

ID shell : 0,902 in

OD tube : $1\frac{1}{4}$ in

j) Belt Conveyor 1

Kode : CV-01

Fungsi : Alat transportasi ubi kayu dari gudang menuju *crusher*

Laju alir : 5338,69529 kg/jam

Kapasitas : 6406,43434 kg/jam

Lebar belt : 0,3556 m

Panjang belt : 6m

Tinggi belt : 6,09 m

Kecepatan belt : 6,10220 m/min

Power : 2,85358 hp

k) Screw Conveyor 1

Kode : CV-02

Fungsi : Alat transportasi ubi kayu dari *crusher* menuju *ball mill*

Jumlah : 1

Laju alir : 5338,6953 kg/jam

Diameter pipa : 2,5 in
Kecepatan : 55 rpm
Power : 6,6 hp

l) Screw Conveyor 2

Kode : CV-03
Fungsi : Alat transportasi ubi kayu dari *ball mill* ke *mixing tank*

Jumlah : 1
Laju alir : 5338,6953 kg/jam
Diameter pipa : 2,5 in
Kecepatan : 55 rpm
Power : 6,6 hp

m) Pompa 1

Kode : P-01
Fungsi : mengalirkan hasil dari T-01 ke MT-01
Tipe : *Sentrifugal*

Ukuran pipa

- ID : 2,4690 in
- Sch n : 40
- Nps : 2,5 in
- Daya motor : 0,17 hp

n) Pompa 2

Kode : P-02
Fungsi : mengalirkan hasil dari MT-01 ke HE-01
Tipe : *Sentrifugal*

Ukuran pipa

- ID : 2,4690 in
- Sch n : 40
- Nps : 2,5 in

- Daya motor : 5 hp

o) Pompa 3

Kode : P-03

Fungsi : mengalirkan hasil dari HE-01 ke JC-01

Tipe : *Sentrifugal*

Ukuran pipa

- ID : 2,067 in
- Sch n : 40
- Nps : 2 in
- Daya motor : 5 hp

p) Pompa 4

Kode : P-04

Fungsi : mengalirkan enzim α -amilase dari T-02 ke R-01

Tipe : *Sentrifugal*

Ukuran pipa

- ID : 2,067 in
- Sch n : 40
- Nps : 2 in
- Daya motor : 3 hp

q) Pompa 5

Kode : P-05

Fungsi : Mengalirkan NaOH dari T-03 ke R-01

Tipe : *Sentrifugal*

Ukuran pipa

- ID : 2,067 in
- Sch n : 40
- Nps : 2 in

- Daya motor : 2 hp

r) **Pompa 6**

Kode : P-06

Fungsi : mengalirkan hasil dari R-01 ke CO-01

Tipe : *Sentrifugal*

Ukuran pipa

- ID : 2,067 in
- Sch n : 40
- Nps : 2 in
- Daya motor : 1,5 hp

s) **Pompa 7**

Kode : P-07

Fungsi : mengalirkan hasil dari CO-01 ke HBF-01

Tipe : *Sentrifugal*

Ukuran pipa

- ID : 2,067 in
- Sch n : 40
- Nps : 2 in
- Daya motor : 5 hp

t) **Pompa 8**

Kode : P-08

Fungsi : mengalirkan hasil dari HBF-01 ke CX-01

Tipe : *Sentrifugal*

Ukuran pipa

- ID : 0,2690 in
- Sch n : 40
- Nps : 0,13 in

- Daya motor : 0,05 hp

g) Pompa 9

Kode : P-09
 Fungsi : mengalirkan hasil dari CX-01 ke EV-01
 Tipe : *Sentrifugal*
 Ukuran pipa

- ID : 0,2690 in
- Sch n : 40
- Nps : 0,125 in
- Daya motor : 0,05 hp

h) Pompa 10

Kode : P-10
 Fungsi : Mengalirkan hasil dari EV-01 ke SD-01
 Tipe : *Sentrifugal*
 Ukuran pipa

- ID : 0,2690 in
- Sch n : 40
- Nps : 0,125 in
- Daya motor : 0,05 hp

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas perancangan pabrik didasarkan pada kebutuhan dekstrin di Indonesia, dan ketersediaan bahan baku. Kebutuhan dekstrin dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan dekstrin akan terus meningkat ditahun-tahun yang akan datang, sejalan dengan berkembangnya industri - industri yang

menggunakan dekstrin sebagai bahan baku dan bahan tambahan. Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Prediksi kebutuhan dekstrin di Indonesia

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dalam Statistik Perdagangan Indonesia, prediksi kebutuhan dekstrin mengalami peningkatan. Dengan mengacu pada data tersebut, jika direncanakan pabrik dekstrin didirikan pada tahun 2023, maka diperkirakan kebutuhan cukup besar yaitu 35.000 ton/tahun.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

- a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Dapat menghemat pengeluaran negara yang cukup besar karena laju impor dekstrin dapat ditekankan.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku dekstrin adalah ubi kayu . Bahan baku ubi kayu dapat diperoleh dari Lampung kabupaten Way Kanan.

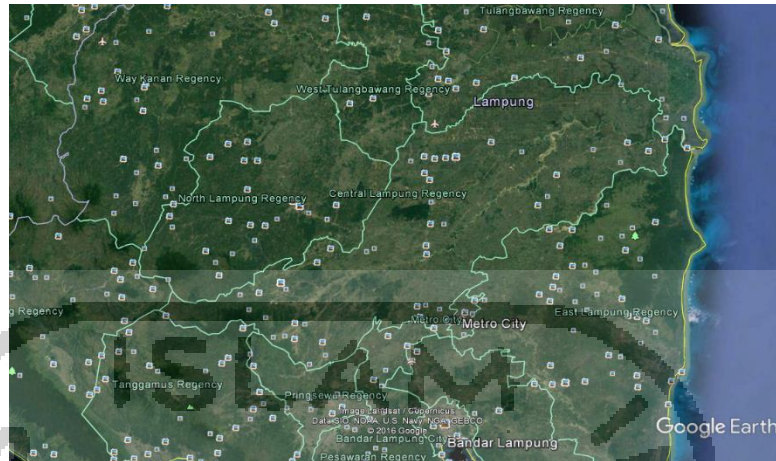
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Penentuan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap keberhasilan suatu industri. Beberapa faktor dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pendirian pabrik, antara lain penyediaan bahan baku dan bahan pembantu proses, transportasi, utilitas dan tenaga kerja dan faktor lainnya. Provinsi Lampung adalah penghasil ubi kayu terbesar di Indonesia dan merupakan prospek yang bagus. Daerah penghasil ubi kayu terbesar di Provinsi Lampung yaitu Kabupaten Way Kanan, Kabupaten Lampung Tengah, Kabupaten Lampung Selatan dan Kabupaten Lampung Utara. Pabrik dekstrin akan didirikan di daerah Terusan Nunyai, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung.

Secara geografis, Wilayah Kabupaten Lampung Tengah terletak pada $105^{\circ}14'34.39''$ BT dan $4^{\circ}42'07.80''$ LS. Kabupaten Lampung Tengah memiliki luas wilayah sekitar $4.789,8 \text{ km}^2$ dengan jumlah penduduk sebanyak 1,227 juta penduduk.



(www.google.co.id/maps)

Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pabrik Dekstrin

Menentukan lokasi pabrik di lokasi tersebut telah kami kaji secara teknis dan secara ekonomis, dimana secara ekonomis memiliki beberapa faktor yang telah dipertimbangkan yaitu:

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Didalam penentuan lokasi pabrik salah satu faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama suatu pabrik yaitu faktor primer, yaitu proses produksi dan distribusi hasil. Faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan dan penentuan suatu lokasi pabrik adalah:

a. Penyediaan Bahan Baku

Salah satu faktor penting dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik yaitu bahan baku. Provinsi Lampung memiliki luas lahan panen ubi kayu sebesar 279.337 hektar dengan produktivitas ubi kayu sebesar 7.387.084 ton pada tahun 2015.

Penggunaan bahan baku yang besar didukung karena dekatnya jarak sumber bahan baku dengan lokasi pabrik yang dapat memperkecil biaya transportasi ataupun pengangkutan dan kecilnya tingkat kerusakan bahan baku.

b. Transportasi

Transportasi menjadi salah satu faktor dalam rencana pendirian pabrik. Transportasi ditujukan untuk mempermudah pengangkutan bahan baku dan produk, sehingga pemilihan lokasi harus berada di daerah yang mudah dijangkau oleh kendaraan-kendaraan besar. Pendirian pabrik dekstrin di Provinsi Lampung termasuk strategis, karena mudah untuk mendatangkan bahan baku dan memasarkan produk melalui jalan raya yang baik dan cukup lancar, serta dekat dengan beberapa pelabuhan.

c. Tenaga Kerja

Penyediaan tenaga kerja di Lampung Tengah tidak sulit, karena Provinsi Lampung memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.239.096, dengan jumlah penduduk yang merupakan pekerja sebanyak 635.568 jiwa. Tingkat pendidikan di Provinsi Lampung juga cukup tinggi sehingga akan menghasilkan tenaga kerja yang terampil serta berkualitas yang akan memperlancar proses produksi dekstrin.

d. Utilitas

Utilitas meliputi penyediaan air dan sumber tenaga listrik. Sarana penyediaan air dapat diperoleh dari air sungai yang mengalir melewati daerah Terusan Nunyai, Kabupaten Lampung Tengah yaitu sungai Way

Seputih dengan panjang sungai mencapai 193 km. Kebutuhan listrik dapat diperoleh dengan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara).

a. Tanah dan Iklim

Tanah dan iklim di Provinsi Lampung cukup stabil sehingga tidak menjadi masalah, selain itu besar kemungkinan perluasan pabrik dengan adanya lahan yang luas.

b. Keadaan Masyarakat

Salah satu faktor yang dibutuhkan untuk industri adalah sumber daya manusia (SDM). Lokasi yang dipilih cukup jauh dari pemukiman penduduk, sehingga kesehatan dan keselamatan penduduk dan lingkungan tidak terganggu oleh keberadaan pabrik dekstrin.

e. Tanah dan iklim

Tanah dan iklim di Provinsi Lampung cukup stabil sehingga tidak menjadi masalah, selain itu besar kemungkinan perluasan pabrik dengan adanya lahan yang luas.

f. Keadaan Masyarakat

Salah satu faktor yang dibutuhkan untuk industri adalah sumber daya manusia (SDM). Lokasi yang dipilih cukup jauh dari pemukiman penduduk, sehingga kesehatan dan keselamatan penduduk dan lingkungan tidak terganggu oleh keberadaan pabrik dekstrin.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik tersebut. Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut :

a. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industri sehingga memungkinkan tersedianya lahan untuk perluasan area pabrik.

b. Kebijakan Pemerintah

Lokasi Pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perizinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal - hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Segi keamanan kerja terpenuhi.
- b. Pengoperasian pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- d. Transportasi yang baik dan efisien.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

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

d. Limbah pabrik

Buangan limbah pabrik harus mendapat perhatian yang cermat, terutama dampaknya terhadap kesehatan masyarakat sekitar lokasi pabrik. Hal-hal yang perlu diperhatikan diantaranya :

- a. Cara menangani limbah tersebut agar tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan.
- b. Biaya yang perlu diperhatikan untuk menangani masalah polusi bagi lingkungan.

e. Pengontrolan terhadap bahaya banjir dan kebakaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- a. Jarak lokasi pabrik dengan lokasi perumahan penduduk.
- b. Lokasi pabrik diusahakan tidak berada di lokasi rawan banjir.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan kedudukan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk, serta sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah administrasi/perkantoran dan laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelacaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalain kualitas dan kualitas bahan yang diproses serta produk yang akan dijual.

2. Daerah proses dan ruang control

Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang control sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah pergudangan, umum, bengkel, dan garasi.

4. Daerah utilitas dan power station.

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan. Adapun perincian luas sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada table berikut :

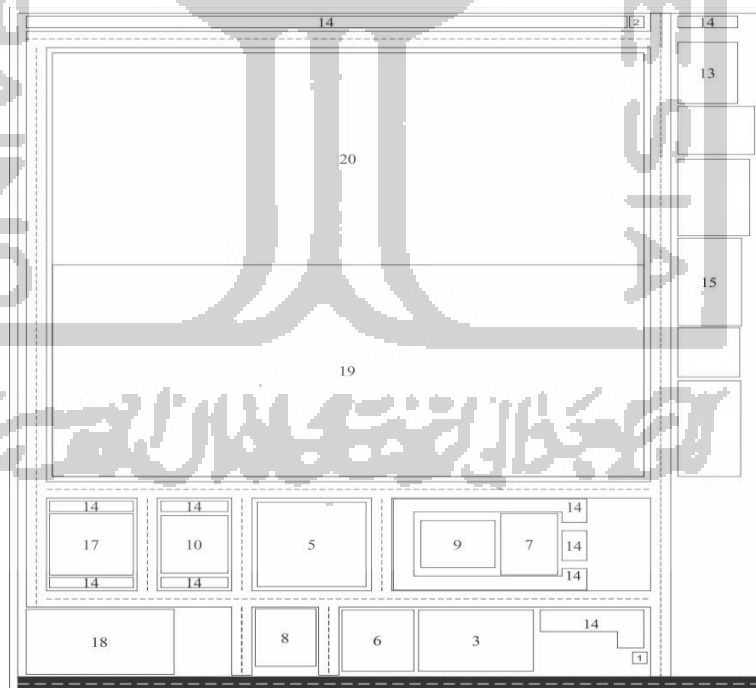
Tabel 4. 1 Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik

Lokasi	Luas m ²
Pos jaga 1	20
Pos jaga 2	20
Area parkir	150
Area parkir truk	200
Aula	500
Masjid	225
Kantor utama	300
Kantin	195
Perpustakaan	180
Poliklinik	150
Laboratorium	210
<i>Control room</i>	300

Lanjutan Tabel 4. 2 Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik

Gudang	200
Area parkir	400
<i>Halaman depan</i>	150
Taman bermain	250
Taman	300
Bengkel	200
Kantor teknik dan produksi	200
Mess	400
Gedung olahraga	150
Pemadam kebakaran	300
Luas Tanah	5000
Luas Bangunan	4300
Total	9300

Gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar dibawah



Skala: 1: 1.000

Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik Dekstrin

Keterangan gambar :

- | | | |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1. Pos jaga 1 | 8. Perpustakaan | 15. Kantin |
| 2. Pos jaga 2 | 9. Poliklinik | 16. Bengkel |
| 3. Area parkir | 10. Laboratorium | 17. Kantor teknik dan produksi |
| 4. Area parkir truk | 11. <i>Control room</i> | 18. <i>Mess</i> |
| 5. Aula | 12. Gudang | 19. Area proses |
| 6. Masjid | 13. Taman | 20. Tanah perluasan |
| 7. Kantor utama | 14. Pemadam kebakaran | |

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam proses produksi pada pabrik dekstrin dalam menentukan tata letak (lay Out) harus sesuai dengan ketentuan- ketentuan standar operasional *lay out* peralatan proses pada Pabrik dekstrin, antara lain:

a. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat dan sesuai dengan aliran proses akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

b. Aliran udara

Sirkulasi udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya serta harus sesuai dengan rancangan bangunan dari suatu pabrik Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

c. Pencahayaan

Pencahayaan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya pencahayaan tambahan.

d. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan *lay out* pabrik semua aspek harus di perhatikan lalu lintas pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keselamatan kesehatan kerja pekerja selama menjalani pekerjaan harus menjadi hal yang utama.

e. Pertimbangan Ekonomi

Pertimbangan ini dilakukan dengan tujuan agar pabrik memperoleh suatu keuntungan, dengan cara menempatkan alat-alat proses sesuai aliaran proses produksi sehingga biaya produksi efisien dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

f. Jarak antar alat proses

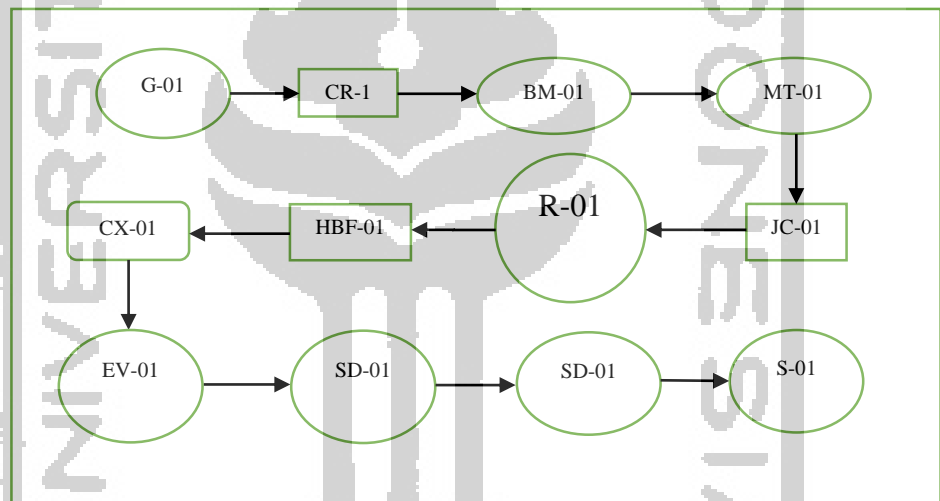
Dari tata letak pabrik yang sudah direncanakan tersebut maka jarak antara alat satu dengan yang lain diatur sesuai dengan kondisi dari masing –masing alat produksi, sehingga bahaya yang ditimbulkan dari kecelakaan alat seperti ledakan atau kebakaran pada alat dapat di cegah serta alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi di atur dan dipisahkan sesuai dengan katarestik dari alat proses produksi ,

(Vilbrant, 1959)

Tata letak alat-alat proses dirancang sesuai dengan aturan aliran proses produksi sehingga:

- Didapat kelancaran proses produksi dapat terjamin
- Efektifitas dari luas lahan yang tersedia dapat di gunakan sesuai dengan keperluan luasan pabrik.
- Produktifitas Karyawan akan terjaga serta kepuasan kerja dan keamanan kerja dapat terkendali.

Gambar Tata Letak Pabrik dapat dilihat dibawah ini:



(Skala 1: 100)

Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Dekstrin

Keterangan :

G-01 = Gudang Penyimpanan Bahan Baku

CR-01 = *Crusher*

BM-01 = *Ball Mill*

MT-01	= <i>Mixing Tank</i>
JC-01	= <i>Jet Cooker</i>
R-01	= Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
HBF-01	= <i>Horizontal Belt Filter</i>
CX-01	= <i>Cation Exchanger</i>
EV-01	= Evaporator
SD-01	= Spray Dryer
SD-01	= Spray Dryer
S-01	= Silo



4.4 Aliran Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 3 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/jam	Kg/jam
C ₇ H ₆ O ₃	1.115,16	17,60
C ₄ H ₆ O ₃	1.147,60	393,68
C ₂ H ₄ O ₂	11,59	483,26
Impuritas (abu)	5,60	5,60
C ₉ H ₈ O ₄	-	3,66
C ₉ H ₈ O ₄ Kristal	-	1.376,15
Udara	7.279,56	7.279,56
H ₂ O	353,25	353,25
Total	9.912,77	9.912,77

4.4.2 Neraca Massa Alat

a. *Mixing Tank* (M-01)

Tabel 4. 4 Neraca Massa *Mixing Tank* (MT-01)

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar
	3	4		5
Ubi Kayu	5338,6650	-	Bubur Ubi Kayu	13199,0102
Air Proses	-	7860,3453	Air Proses	-
Total	13199,0102		Total	13199,0102

b. Reactor (F-01)

Tabel 4. 5 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk			Komponen	Keluar
	7	9	8		10
Pati	4619,6536	-	-	Pati	217,1237
Air Ubi Kayu	706,6257	-	-	Air Ubi Kayu	685,3387
Serat	30,6217	-	-	Serat	30,6217
Enzim α -amilase	-	9,2393	-	Enzim α -amilase	9,2393
NaOH	-	-	1,8479	NaOH	1,8479
Dekstrin	-	-	-	Dekstrin	4423,8169
Total	5367,9882			Total	5367,9882

c. Horizontal Belt Filter (HBF-01)

Tabel 4. 6 Neraca Massa *Horizontal Belt Filter* (HBF-01)

Komponen	Masuk	Komponen	Keluar	
	11		12	13
Pati	217,1237	Pati	216,9066	0,2171
Air Ubi Kayu	685,3387	Air Ubi Kayu	0,6853	684,6533
Serat	30,6217	Serat	30,5911	0,0306
Enzim α -amilase	9,2393	Enzim α -amilase	0,0092	9,2301
NaOH	1,8479	NaOH	0,0018	1,8460
Dekstrin	4423,8169	Dekstrin	4,4238	4419,3931
Total	5367,9882	Total	5367,9882	

d. Cation Exchanger (CX-01)

Tabel 4. 7 Neraca Massa *Cation Exchanger* (CX-01)

Komponen	Masuk	Komponen	Keluar	
	13		14	15
Pati	0,2171	Pati	-	0,2171
Air	684,6533	Air	-	685,4848
Serat	0,0306	Serat	-	0,0306
Enzim α -amilase	9,2301	Enzim α -amilase	-	9,2301
NaOH	1,8460	NaOH	1,0612	-
Dekstrin	4419,3931	Dekstrin	-	4419,3931
Resin H ⁺	0,0466	Resin H ⁺	-	-
Total	5115,4168	Total	5115,4168	

e. Evaporator (EV-01)

Tabel 4. 8 Neraca Massa Evaporator (EV-01)

Komponen	Masuk	Komponen	Keluar	
	16		18	17
Pati	0,21712	Pati	0,20880	0,00833
Air	685,48478	Air	657,44439	28,04039
Serat	0,03062	Serat	0,02955	0,00107
Enzim α -amilase	9,23007	Enzim α -amilase	8,85250	0,37756
Dekstrin	4419,39307	Dekstrin	0,01167	4419,38140
Total	5114,35566	Total	5114,35566	

a. Spray Dryer (SD-01)

Tabel 4. 9 Neraca Massa Spray Dryer (SD-01)

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	15	16		17	18
Pati	0,0273	-	Pati	0,0001	0,0271
Air	85,0126	-	Air	84,5875	0,4251
Serat	0,0035	-	Serat	0,0000	0,0035
Enzim α -amilase	1,1447	-	Enzim α -amilase	0,0057	1,1390
Dekstrin	4419,3925	-	Dekstrin	0,1894	4419,2031
Udara			Udara		
N ₂	-	1524,7158	N ₂	1524,7158	-
O ₂	-	409,1034	O ₂	409,1034	-
CO ₂	-	18,9418	CO ₂	18,9418	-
Total	6458,3415		Total	6458,3415	

4.4.3 Neraca Panas

a. Jet Cooker

Tabel 4. 9 Neraca Panas Jet Cooker (JC-01)

Komponen	Masuk	Komponen	Keluar
Pati	78,6162	Pati	154,2991
Air	291468,6987	Air	546376,6267
Serat	0,2108	Serat	0,4137
Sub Total	291547,5257	Sub Total	546531,3395
Steam	254983,8138		
Total	546531,3395	Total	546531,3395

b. Reaktor (R-01)

Tabel 4. 10 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk			Komponen	Keluar
Pati	62,6233	-	-	Pati	2,9333
Air Ubi Kayu	221750,3765	-	-	Air Ubi Kayu	214338,0263
Serat	0,1679	-	-	Serat	0,4137
Enzim α -amilase	-	1,2518	-	Enzim α -amilase	3,7553
Natrium Hidroksida	-	-	301,4608	Natrium Hidroksida	301,4608
Dekstrin	-	-	-	Dekstrin	1552,9239
Sub Total	222115,8802			Sub Total	216199,5133
Panas Reaksi	-212963,9357				
Air Pendingin	207047,5688				
Total	216199,5133			Total	216199,5133

c. Cooler (CO-01)

Tabel 4. 11 Neraca Panas Cooler (CO-01)

Komponen	masuk	Komponen	Keluar
Pati	2,9333	Pati	0,5417
Air Ubi Kayu	214338,0263	Air Ubi Kayu	42974,9765
Serat	0,4137	Serat	0,0764
Enzim α -amilase	3,7553	Enzim α -amilase	0,7511
Natrium Hidroksida	301,4608	Natrium Hidroksida	60,3562
Dekstrin	1552,9239	Dekstrin	310,5848
Total	216199,5133	Total	43347,2866
		Air Pendingin	172852,2267
Total	216199,5133	Total	216199,5133

d. Evaporator (EV-01)

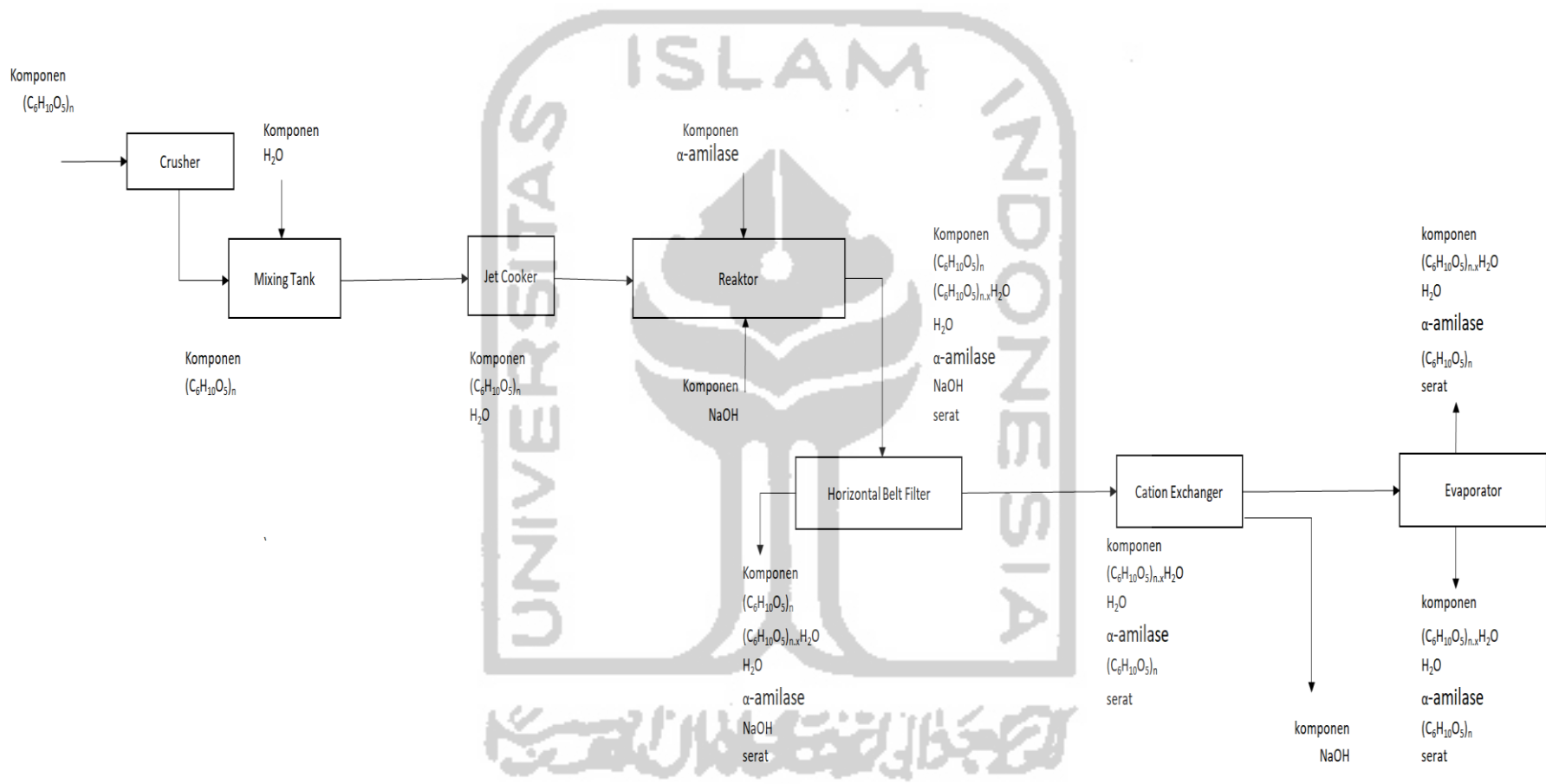
Tabel 4. 12 Neraca Panas Evaporator (EV-01)

Komponen	Masuk	Komponen	Keluar	
Pati	0,0025	Pati	0,0050	0,0002
Air	185742,2669	Air	155232,5785	14710,3690
Serat	0,0004	Serat	0,0007	0,0000
Enzim α -amilase	3,2514	Enzim α -amilase	5,9969	0,2558
Dekstrin	1344,5215	Dekstrin	0,0068	2585,6115
Sub Total	187090,0427	Sub Total	172534,8244	
		Panas Penguapan	242150,9139	
Steam	227595,6956			
Total	414685,7383	Total	414685,7383	

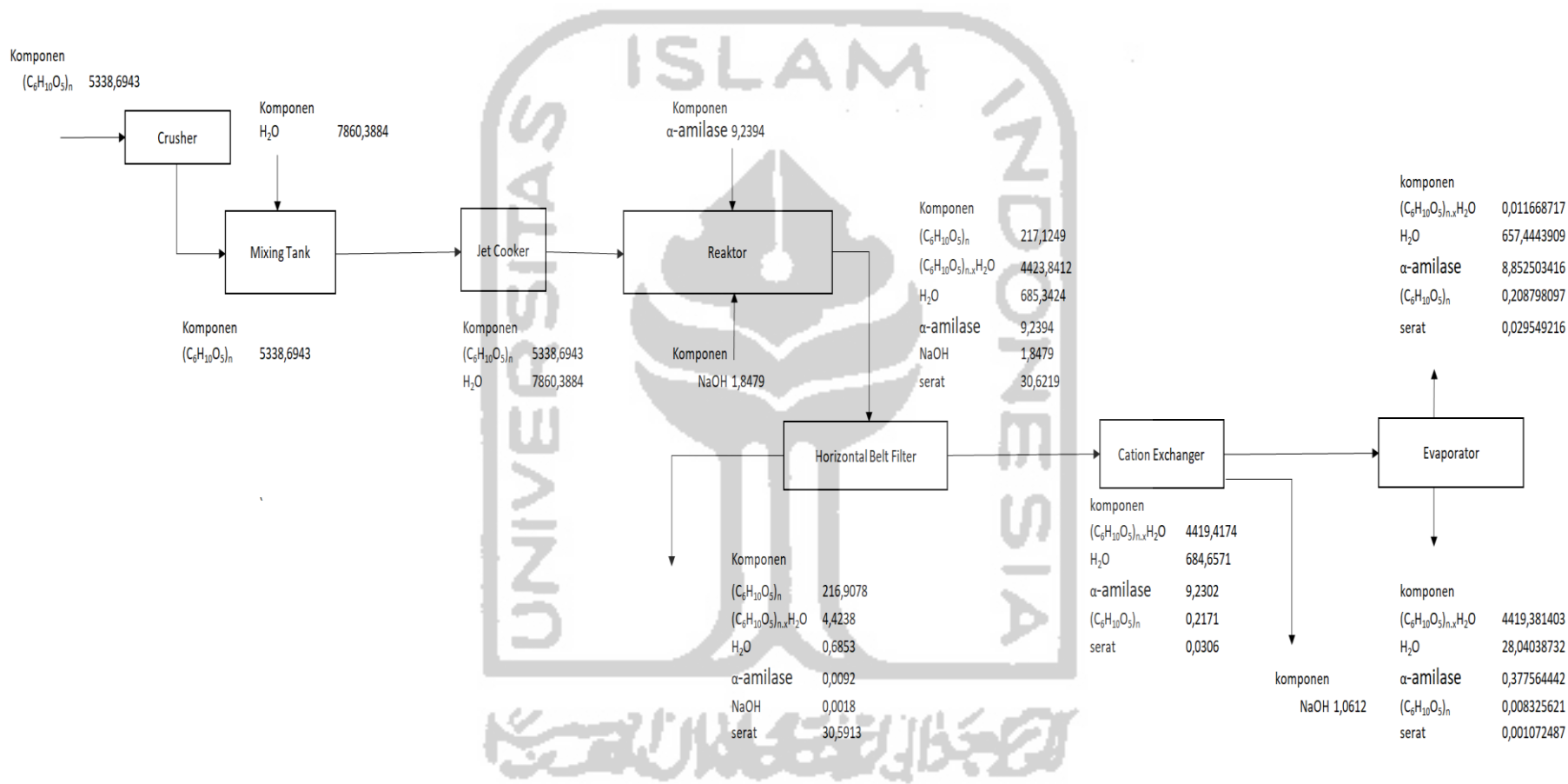
e. Spray Dryer (SD-01)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Spray Dryer (SD-01)

Komponen	Masuk	Masuk	Komponen	Keluar	
Pati	0,0004	-	Pati	0,0000	0,0005
Air	30151,1948	-	Air	32761,7213	164,6318
Serat	0,0001	-	Serat	0,0000	0,0001
Enzim α -amilase	0,5273	-	Enzim α -amilase	0,0029	0,5725
Dekstrin	1758,2202	-	Dekstrin	0,0029	68,0727
Udara			Udara		
N ₂	-	189314,9934	N ₂	178661,7703	-
O ₂	-	47732,7584	O ₂	45019,0786	-
CO ₂	-	692,9772	CO ₂	655,0074	-
Total	269650,6720		Total	269650,6720	



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit penunjang dan pendukung suatu proses produksi adalah unit utilitas yang merupakan sarana untuk kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Unit utilitas merupakan salah satu unit penunjang bagi unit-unit yang lain dalam pabrik atau sarana penunjang untuk menjalankan suatu pabrik dari tahap awal sampai produk akhir. Unit utilitas ini meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

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

1. Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik dekstrin ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan

dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1. Air Pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai pendingin karena pertimbangan sebagai berikut:

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- Tidak terdekomposisi.

2. Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium,

masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- Syarat Fisika, meliputi:

- a.Suhu : Dibawah suhu udara
- b.Warna : Jernih
- c.Rasa : Tidak berasa
- d.Bau : Tidak berbau

- Syarat Kimia, meliputi:

- a. Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- b. Tidak beracun
- c. Kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm.

- Syarat Bakteriologis:

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

3. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

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

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .

O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

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

- Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

2. Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1) Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- a) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- b) Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2) Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3) Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water*.

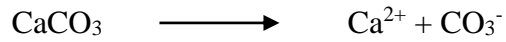
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a) *Cation Exchanger*

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

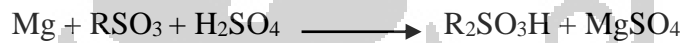
Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



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

Reaksi:



b) *Anion Exchanger*

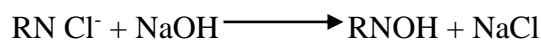
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

Reaksi:



c) Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:



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

4) Pendinginan dan Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

Air pendingin harus mempunyai sifat – sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung hal diatas, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan – bahan kimia sebagai berikut :

1. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
2. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
3. Zat dispersan, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan fosfat).

Air yang telah digunakan pada *cooler*, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang

dinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

3. Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*/Pemanas

Tabel 4. 13 Kebutuhan Air Pembangkit untuk *Steam*/Pemanas

Nama Alat	Kebutuhan Steam
	(Kg/Jam)
HE-01	6625.32
HE-02	12651.36
JC-01	6573.41
EV-01	5842.39
Total	32692.65

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga :

$$\text{Make up Steam} = 20\% \times 32692.65 \text{ kg/jam} = 6538.53 \text{ kg/jam}$$

b. Kebutuhan Air Pembangkit Pendingin

Tabel 4. 14 Kebutuhan Air Pembangkit untuk Pendingin

Nama alat	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
Cooler-01	2759.95
R-01	3305.93

MT-01	7860.39
Total	13926.27

Air pendingin 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga :

$$\text{Make up air pendingin} = 20\% \times 13926.27 \text{ kg/jam} = 2785.25 \text{ kg/jam.}$$

c. Kebutuhan Air Untuk Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 150 lt/hari

Jumlah karyawan + keluarga = ± 220 orang

Tabel 4. 15 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	843,750
2	Perumahan	500,000
3	Laboratorium	134,375
4	Bengkel	134,375
5	Kantin	134,375
6	Kebersihan, Pertamanan, dan Lain-lain	134,375
	Jumlah	1.881,250

$$\text{Kebutuhan air total} = (64.968,42 + 5.334,93 + 1.881,250) \text{ kg/jam}$$

$$= 72.184,60 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Diambil angka keamanan } 10\% = 1,1 \times 72.184,60 = 79.403,06 \text{ kg/jam.}$$

4.5.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 6538.53 kg/jam

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silica, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui

cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.5.3 Unit pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power yang dinilai penting antara lain *boiler*, *compressor*, pompa, dan *cooling tower*. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

Kapasitas : 180 KWh

Jenis : Generator Diesel

Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 100% dan diesel. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*.

Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 495.672 m³/jam.

4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan 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 RU III, Palembang . Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada *boiler* adalah *Fuel Oil* yang juga diperoleh dari PT. Pertamina RU III, Palembang

4.5.6 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal (BU-01) sebanyak 53350.19 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 53350.19 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 281.8477 gpm

Kecepatan Linier : 1.10 m/s

Head Pompa : 2.1070 m

Tenaga Pompa : 0.6159 Hp

Tenaga Motor : 0.75 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm
Putaran Spesifik : 6891.3799 rpm
Jumlah : 1

2. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap awal (BU-01) menuju bak flokulator (BF) sebanyak 53350.1931 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 53350.1931 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 281.8477 gpm

Kecepatan Linier : 1,10 m/s

Head Pompa : 4.6111 m

Tenaga Pompa : 1.3479 Hp

Tenaga Motor : 1.5 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 3830.0676 rpm

Jumlah : 1

3. Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi: Mengalirkan air dari bak flokulator (BF) menuju Clarifier (CF) sebanyak 6538.5309 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 6538.5309 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 34.5429 gpm

Kecepatan Linier : 1,10 m/s

Head Pompa : 4,008 m

Tenaga Pompa : 0,1436 Hp

Tenaga Motor : 0,17 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 1489.4616 rpm

Jumlah : 1

4. **Pompa Utilitas (PU-04)**

Fungsi : Mengalirkan air dari bak *Clarifier* (CF) menuju bak

saringan pasir (BSP)

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 6538.5309 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 34.5429 gpm

Kecepatan Linier : 1,10 m/s

Head Pompa : 2.5644 m

Tenaga Pompa : 0,0919 Hp

Tenaga Motor : 0,13 Hp
Putaran Standar : 1750 rpm
Putaran Spesifik : 2082,0596 rpm
Jumlah : 1

5. Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari BSP ke BU-02
Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*
Tipe : *Axial Flow Impeller*
Bahan : *Stainless Steel*
Kapasitas : 6538.5309 kg/jam
Kecepatan Volumetrik: 34.5429 gpm
Kecepatan Linier : 1,10 m/s
Head Pompa : 1,5079 m
Tenaga Pompa : 0,0540 Hp
Tenaga Motor : 0,75 Hp
Putaran Standar : 1750 rpm
Putaran Spesifik : 3100.5905 rpm

6. Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi : mengalirkan BU-02 ke KN
Jenis : *Centrifugal Pump multi Stage*
Tipe : *Radial Flow Impeller*
Bahan : *Stainless Steel*
Kapasitas : 6538.5309 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 34.5429 gpm

Kecepatan Linier : 168,44 m/s

Head Pompa : 1.0082 m

Tenaga Pompa : 0,0361 Hp

Tenaga Motor : 0,05 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 4193.4148 rpm

Jumlah : 1

7. Pompa Utilitas (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki disinfektan untuk keperluan domestik

Jenis : *Centrifugal Pump multi Stage*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 1343,75 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 7,099 gpm

Kecepatan Linier : 168,44 m/s

Head Pompa : 0,5019 m

Tenaga Pompa : 0,0059 Hp

Tenaga Motor : 0,05 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 3207,4419 rpm

Jumlah : 1

8. Pompa Utilitas (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki kation menuju tangki anion

Jenis : *Centrifugal Pump Multi Stage*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 6538.5309 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 34.5429 gpm

Kecepatan Linier : 168,44 m/s

Head Pompa : 1,6243 m

Tenaga Pompa : 0,2328 Hp

Tenaga Motor : 0,3 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 2932.3769 rpm

Jumlah : 1

9. Pompa Utilitas (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki anion menuju tangki deaerator

Jenis : *Centrifugal Pump Multi Stage*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 6538.5309 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 34.5429 gpm

Kecepatan Linier : 168,44 m/s

Head Pompa : 1,1243 m

Tenaga Pompa : 0,1611 Hp

Tenaga Motor : 0,25 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 3808.942 rpm

Jumlah : 1

10. Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki deaerator menuju tangki umpan boiler

Jenis : *Centrifugal Pump Multi Stage*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 6538.5309 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 34.5429 gpm

Kecepatan Linier : 168,44 m/s

Head Pompa : 1,6274 m

Tenaga Pompa : 0,2332 Hp

Tenaga Motor : 0,33 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 2928.1946 rpm

Jumlah : 1

11. Pompa Utilitas (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari umpan boiler untuk keperluan air kantor dan rumah tangga

Jenis : *Centrifugal Pump Multi Stage*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 6538.5309 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 34.5429 gpm

Kecepatan Linier : 168,44 m/s

Head Pompa : 1,009 m

Tenaga Pompa : 0,0507 Hp

Tenaga Motor : 0,08 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 4190.9281 rpm

Jumlah : 1

12. **Bal Pengendap Awal (BU-01)**

Fungsi : Menampung dan menyediakan air untuk diolah serta mengendapkan kotoran ,dengan waktu tinggal selama 3 jam.

Jenis : Bak persegi panjang yang diperkuat beton bertulang

Panjang : 2,2023 m

Lebar : 1,1012 m

Tinggi : 2,5 m

Volume : 6,0628 m³

Jumlah : 1

13. Bak Flokulator (FL)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, dengan waktu tinggal selama 1 jam.

Jenis : Bak silinder tegak

Diameter : 1,3706 m

Tinggi : 1,3706 m

Volume : 2,0209 m³

Power pengaduk : 20 Hp

Jumlah : 1

14. Clarifier (CL)

Fungsi : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air , dengan waktu tinggal selama 1 jam.

Jenis : Bak silinder tegak dengan tutup kerucut

Diameter : 1,37 m

Tinggi : 1,83 m

Volume : 2,02 m³

Jumlah : 1

15. Bak Saringan Pasir (BSP)

Fungsi : Menyaring koloid-koloid yang lolos dari clarifier

Debit : 7,4152 gpm

Tinggi : 1,5165 m

Volume : 0,2612 m³

Panjang : 0,4150m

Lebar : 0,4150 m

Ukuran pasir rata-rata: 28 mesh

Tinggi lapisan pasir : 1,26 m

Jumlah : 1

16. Bak Penampung Air Bersih (BU-02)

Fungsi : Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 2,5 m

Volume : 6,0628m³

Panjang : 2,2023 m

Lebar : 1,2023m

Jumlah : 1

17. Bak Penampung Air Kantor dan Rumah Tangga (BU-03)

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga .

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 1,5 m

Volume : 0,0271 m³

Panjang : 0.1901 m

Lebar : 0,0950 m

Jumlah : 1

18. Bak Penampung Air Pendingin (BU-04)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin, dengan waktu tinggal 2 jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 1,5 m

Volume : 4,0419 m³

Panjang : 2,3215 m

Lebar : 1,1607 m

Jumlah : 1

19. Cooling Tower (CT)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan

Jenis : *Cooling tower induced draft*

Tinggi : 10,84 m

Ground area : 0,69m²

Panjang : 0,83 m

Lebar : 0,83 m

Jumlah : 1

20. Kation Exchanger (KN)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg

Jenis : Silinder tegak

Bahan konstruksi : *Carbon stell SA-283 grade C*

Tinggi : 1,91 m

Volume : 1,4890 m³

Diameter : 0,9978 m

Tebal : 0,0048 m

Jumlah : 1

21. Anion Exchanger (AN)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion-anion seperti Cl, SO₄ dan NO₃ sebanyak 4.138,13 kg/jam.

Jenis : Silinder tegak

Bahan konstruksi : *Carbon stell SA-283 grade C*

Tinggi : 1,91 m

Volume : 1,489 m³

Diameter : 0,9978m

Tebal : 0,0048 m

Jumlah : 1

22. Tangki Deaerator (DE)

Fungsi : Membebaskan gas CO₂ dan O₂ dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation *exchanger* dengan larutan Na₂SO₃ dan larutan NaH₂PO₄.H₂O sebanyak 4.138,13 kg/jam.

Jenis : Bak silinder tegak

Tinggi : 2,0616 m

Volume : 6,8788 m³

Diameter : 2,0616 m

Jenis pengaduk : *Marine propeller 3 blade*

Power pengaduk : 0,125 Hp

Jumlah : 1

23. Tangki Umpan Boiler (TU-01)

Tugas : Menampung umpan boiler.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 13,8 m³

Dimensi

Diameter : 2,6 m

Tinggi : 2,6 m

24. Tangki Umpan Kondensat

Jenis : tangki silinder tegak

Kapasitas : 11,006 m³

Dimensi

Diameter : 2,4 m

Lebar : 2,4 m

25. Tangki Larutan Kaporit (TU-03)

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan air : 1,88 kg/jam

Kadar *clorine* : 49,6 % dalam kaporit

Kebutuhan kaporit : $1,52 \times 10^{-5}$ kg/jam

Tinggi : 0,07 m

Volume : 0,00030 m³

Diameter : 0,07 m

Jumlah : 1

26. Tangki Desinfektan

Fungsi : Membunuh bakteri yang digunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga sebanyak 1,88 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 0,14 m

Volume : 0,0023 m³

Diameter : 0,14 m

Jumlah : 1

27. Tangki Larutan NaCl

Fungsi : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaCl : 75,84 kg/hari

Tinggi : 1,49 m

Volume: 2,577 m³

Diameter: 1,49 m

Jumlah : 1

28. Tangki Larutan NaOH

Fungsi :Membuat larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaOH : 21,1 ft³/hari

Tinggi : 0,97 m

Volume : 0,72 m³

Diameter : 0,97 m

Jumlah : 1

29. Tangki Larutan Na₂SO₄

Fungsi :Melarutkan Na₂SO₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kebutuhan N₂H₄ : 0,172 kg/jam.

Tinggi : 1,56 m

Volume : 2,972 m³

Diameter : 1,56 m

Jumlah : 1

30. Tangki Larutan N₂H₄

Fungsi :Melarutkan N₂H₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan Na_2SO_4 : 0,172 kg/jam

Tinggi : 1,56 m

Volume : 2,972 m³

Diameter : 1,56 m

Jumlah : 1

31. Tangki Tawas (TU-01)

Fungsi : menyiapkan dan menyimpan 5% untuk 1 minggu operasi

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,013 m

Volume : 0,204 m³

Diameter : 0,51 m

Jumlah : 1

32. Tangki Tawas (TU-02)

Fungsi : menyiapkan dan menyimpan 5% untuk 1 minggu operasi

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,013 m

Volume : 0,204 m³

Diameter : 0,51 m

Jumlah : 1

33. Boiler

Fungsi : Memproduksi steam jenuh pada suhu 302°F dan tekanan
29.4 psi

Jenis : *fire tube boiler*

Kebutuhan Steam : 6538.53 kg/jam

Volume : 145,3545 m³

Diameter : 5,7 m

Tinggi : 5,7m

34. Blower Cooling Tower

Fungsi : Mengisap udara sekeliling untuk dikontakan dengan air
yang akan didinginkan

Kebutuhan udara : 901.5501 kg/jam

Power blower : 149.4 ft

Power motor : 3 Hp standar NEMA.

35. Kompresor (KU-01)

Fungsi : menyediakan udara untuk keperluan alat instrumentasi dan
kontrol

Tipe : *single stage Centrifugal*

Compressor

Kebutuhan udara : 8.3 m³/min

Power blower : 710.8 ft

Power motor : 0,5 Hp standar NEMA.

Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Fungsi lain dari laboratorium adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air. Laboratorium kimia merupakan sarana kegiatan guna pembangunan perusahaan supaya lebih maju dan menguntungkan baik dari segi teknis maupun non teknis.

Laboratorium berada di bawah bidang teknis dan produksi yang mempunyai tugas:

- 1) Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan bahan tambahan lainnya yang digunakan.
- 2) Sebagai pengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan.
- 3) Sebagai pengontrol mutu air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.
- 4) Sebagai peneliti dan pelaku riset terhadap segala sesuatu yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.

5) Sebagai pengontrol terhadap proses produksi, baik polusi udara, cair maupun padatan.

Adapun analisa yang dilakukan di laboratorium adalah:

- 1) Analisa mutu bahan baku
- 2) Analisa mutu produk
- 3) Analisa mutu air

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik dekstrin dari ubi kayu (*manihot esculenta Crant*) yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

- a) Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.

- b) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- c) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
- d) Efisiensi dari manajemen
Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
- e) Lapangan usaha lebih luas
Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
- f) Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- g) Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
- h) Mudah bergerak di pasar global.

4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu 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.

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 bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri 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 Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para 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 di bidangnya. Staf ahli akan

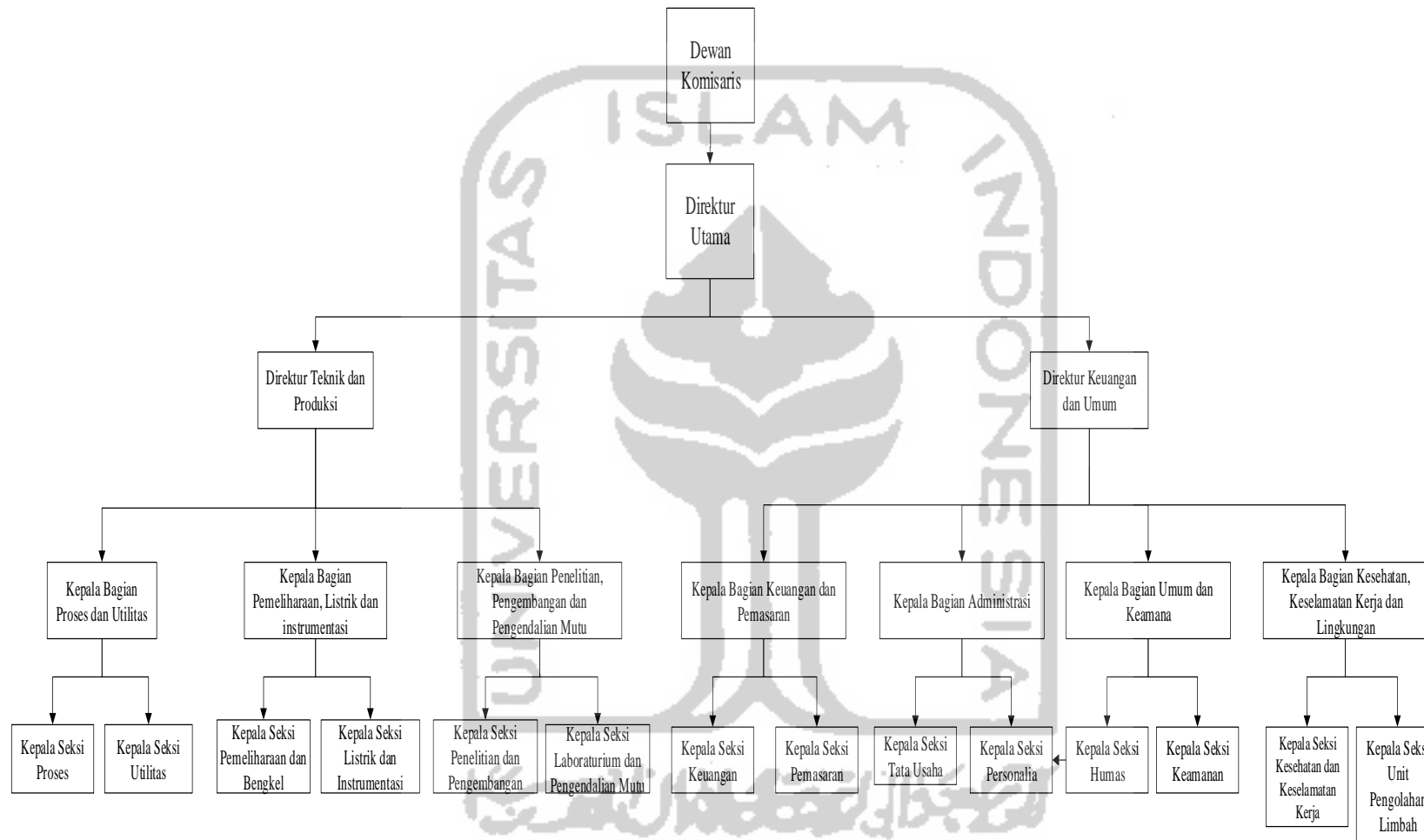
memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
- b) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- d) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- e) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik dekstrin dari ubi kayu (*manihot esculenta Crant*) secara enzimatik dengan kapasitas 35.000 ton/tahun.





Gambar 4. 6 Struktur organisasi pabrik

4.6.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

- a) Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b) Mengangkat dan memberhentikan direktur
- c) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris dipilih oleh seluruh anggota pemegang saham melalui Rapat umum pemegang saham . Anggota dewan komisaris adalah orang atau badan hukum yang memiliki saham mayoritas atau memiliki pengalaman dalam perusahaan .Dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

- a. Menunjuk dan membentuk jajaran direksi yang akan mengoperasikan perusahaan
- b. Memutuskan tujuan dan kebijakan perusahaan berdasarkan rencana para pemegang saham.
- c. Mengorganisasikan pelaksanaan Rapat Umum Pemegang Saham.

3. Direktur Utama

Direktur Utama memiliki kewajiban dalam menginformasikan seluruh kebijakan yang telah ditentukan oleh Dewan Komisaris . Dalam melaksanakan kewajibannya, Direktur Utama dibantu oleh Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

1. Tugas dan Wewenang Direktur Utama antara lain:

- a. Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- b. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- c. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- d. Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

2. Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
- b. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

3. Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
- b. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4. Staf Ahli

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

- a. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
- c. Mempertinggi efisiensi kerja.

5. Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala Bagian Produksi membawahi:

1. Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi: Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang dan mengawasi jalannya proses produksi.

2. Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi: Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

3. Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi: Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu, mengawasi dan menganalisa produk dan mengawasi kualitas buangan pabrik.

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain: Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan dan mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Teknik membawahi:

1. Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain: Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik dan memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

2. Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas antara lain: Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

c. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain: Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi dan mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

1. Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain: Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan serta mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

2. Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain: Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi barang dari gudang.

d. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain: Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan dan mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

1. Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan antara lain: Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

2. Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain: Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya, mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis dan melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

3. Seksi Humas

Tugas Seksi Humas antara lain: Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

4. Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain: Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan dan menjaga serta memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

e. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain: Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi dan mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

- a. Seksi Penelitian
- b. Seksi Pengembangan.

6. Kepala Seksi

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

4.6.4 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut :

1. Karyawan Tetap

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

2. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

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

4.6.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan

dan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

a. Karyawan *Non Shift*

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah: Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan *non shift* dalam satu minggu bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja	: Senin – Kamis	: jam 07.00 – 16.00
	Jumat	: jam 07.00 – 16.00
	Sabtu	: jam 07:00 – 12:00
Jam istirahat	: Senin – Kamis	: jam 12.00 – 13.00
	Jumat	: jam 11.00 – 13.00

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut :

a. *Shift* pagi : jam 07.00 – 15.00

b. *Shift* siang : jam 15.00 – 23.00

c. *Shift* malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu lainnya istirahat dan ini berlaku secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap *shift*, dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4. 16 Jadwal kerja shift tiap regu

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan : P = *shift* pagi

S = *shift* siang

M = *shift* malam

L = libur

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

4.6.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

1. Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMA. Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4. 17 Jabatan dan jenjang pendidikan

No.	Jabatan	Jenjang pendidikan
1	Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Staf Ahli	Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi
5	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
7	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
10	Kepala Bagian Personalia dan Humas	Sarjana Sosial
11	Kepala Seksi Keamanan	Sarjana Hukum

No.	Jabatan	Jenjang pendidikan
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Teknik Industri/Ekonomi
13	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	Sarjana Teknik Industri/Ekonomi
14	Kepala Seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
15	Kepala Seksi Pengendalian Lingkungan	Sarjana Teknik Lingkungan
16	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	Sarjana Teknik Kimia/ Mesin / Sarjana Teknik Elektro
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
19	Kepala Seksi Bengkel	Sarjana Teknik Mesin
20	Kepala Regu Proses	Sarjana Teknik Kimia
21	Operator Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
22	Kepala Regu Teknik	Sarjana Teknik Kimia
23	Operator Teknik	Ahli Madya Teknik Kimia
24	Kepala Regu Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
25	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
26	Kepala Regu Bengkel	Ahli Madya Teknik Mesin
27	Operator Bengkel	SMK/SLTA/Sederajat
28	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri / Ekonomi
29	Karyawan Administrasi dan Keuangan	Ahli Madya Ekonomi

No.	Jabatan	Jenjang pendidikan
30	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Ahli Madya Teknik Kimia
31	Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Sosial
32	Karyawan Keamanan	SMK/SLTA/Sederajat
33	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
34	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
35	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
36	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Kimia
37	Sekretaris	Ahli Madya Sekretaris
38	Medis	Dokter
39	Paramedis	Sarjana Keperawatan
40	Sopir	SMK/SLTA/Sederajat
41	<i>Cleaning Service</i>	SMK/SLTA/Sederajat

2. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat digambarkan sebagai berikut :

Tabel 4. 18 Jumlah karyawan

Jabatan	Jumlah
Direktur Utama	1
Direktut Teknik dan Produksi	1

Direktur Administrasi Keuangan dan Umum	1
Staff Ahli	3
Kepala Bagian	4
Kepala Seksi	5
Foremen Proses	5
Operator Proses	6
Foremen Teknik	5
Operator Teknik	5
Foremen Utilitas	5
Operator Utilitas	5
Operator Lapangan	5
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	5
Karyawan Administrasi Keuangan	2
Karyawan Penelitian	5
Karyawan Personalia dan Humas	5
Karyawan Keamanan	4
Karyawan Proses	5
Karyawan Pengendalian	5
Karyawan Lab	5
Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	5
Sekretaris	2
Medis	2
Paramedis	2
Sopir	5
Cleaning service	8
TOTAL	111

3. Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

- a) Gaji bulanan

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

b) Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c) Gaji lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4. 19 Penggolongan gaji menurut jabatan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	20.000.000	20.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	12.000.000	12.000.000
Direktur Administrasi Keuangan dan Umum	1	12.000.000	12.000.000
Staff Ahli	3	5.500.000	16.500.000
Kepala Bagian	4	5.500.000	22.000.000
Kepala Seksi	5	5.500.000	27.500.000
Foremen Proses	5	5.500.000	27.500.000
Operator Proses	6	4.500.000	27.000.000
Foremen Teknik	5	4.500.000	22.500.000
Operator Teknik	5	4.500.000	22.500.000
Foremen Utilitas	5	4.500.000	22.500.000
Operator Utilitas	5	4.500.000	22.500.000
Operator Lapangan	5	4.500.000	22.500.000
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	5	4.000.000	20.000.000
Karyawan Administrasi Keuangan	2	4.000.000	8.000.000
Karyawan Penelitian	5	4.000.000	20.000.000
Karyawan Personalia dan Humas	5	4.000.000	20.000.000
Karyawan Keamanan	4	4.000.000	16.000.000
Karyawan Proses	5	4.000.000	20.000.000
Karyawan Pengendalian	5	4.000.000	20.000.000
Karyawan Lab	5	4.000.000	20.000.000

Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	5	4.000.000	20.000.000
Sekretaris	2	5.000.000	10.000.000
Medis	2	5.000.000	10.000.000
Paramedis	2	3.500.000	7.000.000
Sopir	5	2.500.000	12.500.000
Cleaning service	8	2.500.000	20.000.000
TOTAL	111	147.500.000	500.500.000

4.6.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

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

a. Tunjangan

1. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
2. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
3. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

b. Cuti

1. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.
2. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

c. Pakaian Kerja

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

d. Pengobatan

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

e. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan. Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

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

Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian. Dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

a. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedang faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lain.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

a. Material (Bahan Baku)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (Tenaga Kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar keterampilan meningkat.

c. Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

b. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1. Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor / analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

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 yang ada.

3. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

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

4.7 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan

dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah :

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

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

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

Meliputi:

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

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

Meliputi:

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa. Harga indeks tahun 2019 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai 2019, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4. 20 Harga indeks

No	Tahun (X)	Indeks (Y)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361,3
6	1992	358,2
7	1993	359,2
8	1994	368,1
9	1995	381,1
10	1996	381,7
11	1997	386,5
12	1998	389,5
13	1999	390,6
14	2000	394,1
15	2001	394,3
16	2002	395,6
17	2003	402
18	2004	444,2

19	2005	468,2
20	2006	499,6
21	2007	525,4
22	2008	575,4
23	2009	521,9
24	2010	550,8
25	2011	585,7
26	2012	584,6
27	2013	567,3
28	2014	576,1
29	2015	556,8
30	2016	589,048
31	2017	598,926
32	2018	608,804
33	2019	618,682

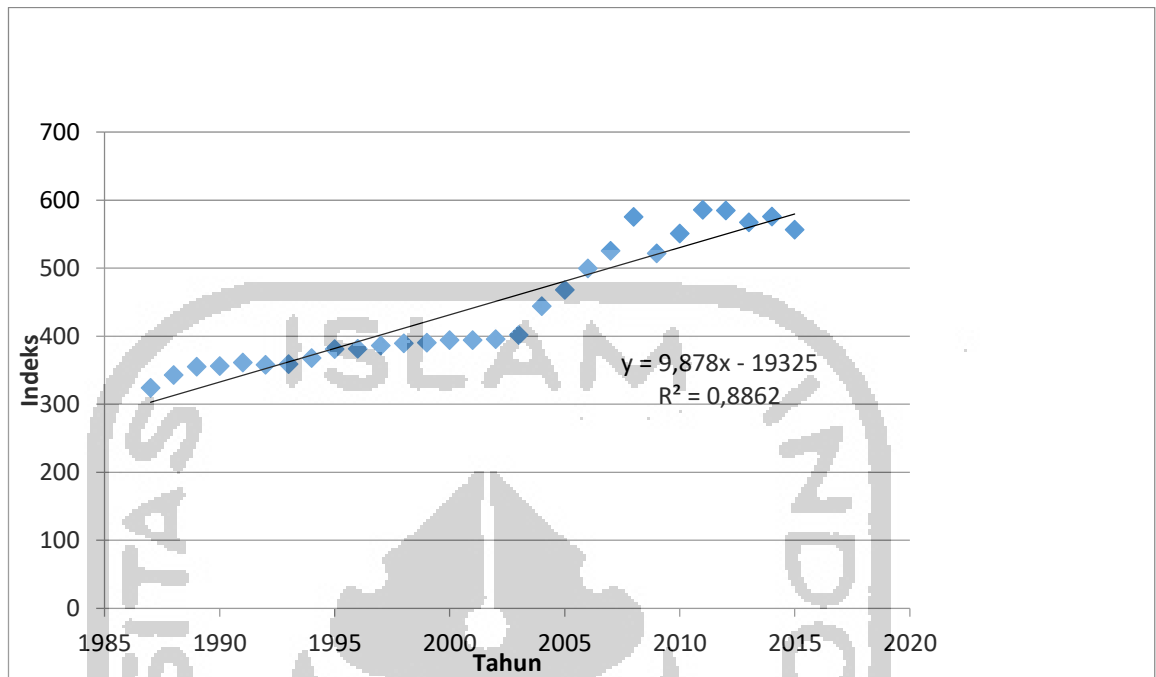
Sumber: (www.chemengonline.com/pci)

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 9,878X - 19325$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2018 adalah:

Tabel 4. 24 Harga indeks

No	Tahun (X)	Indeks (Y)
33	2019	618,682
34	2020	628,560
35	2021	638,438
36	2022	648,316
37	2023	658,194



Gambar 4. 7 Hubungan antara tahun dengan indeks

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

E_x : Harga pembelian pada tahun 2023

E_y : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990, 2007 dan 2014)

N_x : Index harga pada tahun 2023

Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990, 2007 dan 2014)

Tabel 4. 21 Harga alat proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Reaktor-01	R-01	1	\$ 51.984
Heater-01	HE-01	1	\$ 15.081
Crusher-01	CR-01	1	\$ 17.137
Cooler-01	CO-01	1	\$ 35.417
Ball Mills	BM-01	1	\$ 44.672
Conveyor-01	CV-01	1	\$ 7.426
Conveyor -02	CV-02	1	\$ 7.426
Conveyor-03	CV-03	1	\$ 14.852
Cooling Conveyor	CV-04	1	\$ 10.282
Mixing Tank - 01	MT-01	1	\$ 47.985
Jet Cooker -01	JC-01	1	\$ 29.705
Horizontal Belt Filter-01	HBF-01	1	\$ 35.417
Cation Exchanger-01	CX-01	1	\$ 1.942
Evaporator	EV-01	1	\$ 57.696
Tangki -01	T-01	1	\$ 36.788
Tangki -02	T-02	1	\$ 51.641
Tangki -03	T-03	1	\$ 50.841
Pompa-01	P-01	1	\$ 3.884
Pompa-02	P-02	1	\$ 3.884
Pompa-03	P-03	1	\$ 4.341
Pompa-04	P-04	1	\$ 4.341
Pompa-05	P-05	1	\$ 4.341
Pompa-06	P-06	1	\$ 4.341
Pompa-07	P-07	1	\$ 4.341
Pompa-08	P-08	1	\$ 4.341
Pompa-09	P-09	1	\$ 4.341
Jumlah		26	\$ 554.455

Tabel 4. 22 Harga alat utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
------------------	------------------	---------------	--------------

Bak Pengendap Awal (BPA)	BU-01	1	\$3.884,50
Tangki Kesadahan (TK)	R-01	1	\$37.930,99
Clarifier	BU-01	1	\$685,50
Sand Filter (FU)	BU-02	1	\$25.249,24
Bak Penampungan Sementara (BPS)	BU-03	1	\$25.249,24
Tangki Klorinator (TC)	FU-02	1	\$30.733,24
Kation Exchanger (KEU)	BU-04	1	\$7.769,00
Anion Exchanger (AEU)	BU-06	1	\$15.652,24
Dearator	CT-01	1	\$45.471,48
Boiler Feed Water Tank (TU-03)	BL-01	1	\$4.341,50
Boiler (BLU)	De-01	1	\$1.142,50
Kompresor udara (CU-01)	Bo-01	1	\$1.142,50
Tangki Bahan Bakar	TU-01	1	\$1.142,50
Tangki penyimpan Dowterm A	TU-02	1	\$1.142,50
Pompa Utilitas 01 (PU-01)	PU-01	1	\$0,00
Pompa Utilitas 02 (PU-02)	PU-02	1	\$7.769,00
Pompa Utilitas 03 (PU-03)	PU-03	1	\$7.769,00
Pompa Utilitas 04 (PU-04)	PU-04	1	\$7.769,00
Pompa Utilitas 05 (PU-05)	PU-05	1	\$7.769,00
Pompa Utilitas 06 (PU-06)	PU-06	1	\$7.769,00
Pompa Utilitas 07 (PU-07)	PU-07	1	\$7.769,00
Pompa Utilitas 08 (PU-08)	PU-08	1	\$7.769,00
Pompa Utilitas 09 (PU-09)	PU-09	1	\$7.769,00
Pompa Utilitas 10 (PU-10)	PU-10	1	\$7.769,00
Pompa Utilitas 11 (PU-11)	PU-11	1	\$7.769,00
Total		25	\$279.227

4.7.2 Dasar Perhitungan

- Kapasitas produksi Dekstrin = 35.000 ton/tahun
- Satu tahun operasi = 330 hari
- Pabrik didirikan pada tahun = 2023
- Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 14.039,-
- Upah pekerja asing = \$ 20 /manhour

- Upah pekerja Indonesia = Rp 15.000 /manhour
- 1 manhour asing = 2 manhour Indonesia
- 5 % tenaga asing = 95% tenaga Indonesia

4.7.3 Perhitungan Biaya

a. *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari:

1. *Fixed Capital Investment*

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

2. *Working Capital Investment*

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

b. *Manufacturing Cost*

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

1. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

2. *Indirect Cost*

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

3. *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.

c. *General Expense*

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

4.7.4 Analisa Kelayakan

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

a. *Percent Return On Investment (ROI)*

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

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

b. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah:

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

c. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah:

1. Titik impas produksi yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian.
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.

3. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Keterangan:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

d. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah:

1. 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*).

2. 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.

3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

e. Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

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

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

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 DCFR

Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik desktrin memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 23 Physical Plant Cost

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	11.708.229.072	833.682
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	2.927.057.268	208.420
3	Instalasi cost	1.730.930.989	123.251
4	Pemipaan	2.112.666.776	150.432
5	Instrumentasi	1.510.282.350	107.539
6	Insulasi	184.974.179	13.171
7	Listrik	1.170.822.907	83.368
8	Bangunan	6.450.000.000	459.271
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	5.000.000.000	356.024
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		32.794.963.542	2.335.158

Tabel 4. 24 Direct Plant Cost (DPC)

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 6.558.992.708	\$ 467.032
<i>Total (DPC + PPC)</i>		Rp 39.353.956.250	\$ 2.802.190

Tabel 4. 25 Fixed Capital Investment (FCI)

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 39.353.956.250	\$ 2.802.190
2	Kontraktor	Rp 3.935.395.625	\$ 280.219
3	Biaya tak terduga	Rp 3.935.395.625	\$ 280.219

Fixed Capital Investment (FCI)	Rp 47.224.747.500	\$ 3.362.628
---------------------------------------	--------------------------	---------------------

Tabel 4. 26 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material	Rp 51.512.866.803	\$ 3.667.963
2	Labor	Rp 500.500.000	\$ 35.638
3	Supervision	Rp 50.050.000	\$ 3.564
4	Maintenance	Rp 944.494.950	\$ 67.253
5	Plant Supplies	Rp 141.674.243	\$ 10.088
6	Royalty and Patents	Rp 3.500.000.000	\$ 249.217
7	Utilities	Rp 210.202.203.056	\$ 14.967.403
Direct Manufacturing Cost (DMC)		Rp 266.851.789.051	\$ 19.001.124

Tabel 4. 27 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Payroll Overhead	Rp 75.075.000	\$ 5.346
2	Laboratory	Rp 100.100.000	\$ 7.128
3	Plant Overhead	Rp 300.300.000	\$ 21.383
4	Packaging and Shipping	Rp 17.500.000.000	\$ 1.246.084
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp 17.975.475.000	\$ 1.279.940

Tabel 4. 28 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 4.722.474.750	\$ 336.263
2	Propertu taxes	Rp 944.494.950	\$ 67.253
3	Insurance	Rp 472.247.475	\$ 33.626
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp 6.139.217.175	\$ 437.142

Tabel 4. 29 Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp 266.851.789.051	\$ 19.001.124
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp 17.975.475.000	\$ 1.279.940
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp 6.139.217.175	\$ 437.142
Manufacturing Cost (MC)		Rp 290.966.481.226	\$ 20.718.206

Tabel 4. 30 Working Capital (WC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material Inventory	Rp 4.682.987.891	\$ 333.451
2	In Process Inventory	Rp 13.225.749.147	\$ 941.737
3	Product Inventory	Rp 6.172.016.268	\$ 439.477
4	Extended Credit	Rp 7.424.242.424	\$ 528.642
5	Available Cash	Rp 52.902.996.587	\$ 3.766.946
Working Capital (WC)		Rp 84.407.992.317	\$ 6.010.253

Tabel 4. 31 General Expense (GE)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Administration	Rp 11.638.659.249	\$ 828.728
2	Sales expense	Rp 14.548.324.061	\$ 1.035.910
3	Research	Rp 10.183.826.843	\$ 725.137
4	Finance	Rp 2.632.654.796	\$ 187.458
General Expense (GE)		Rp 39.003.464.950	\$ 2.777.233

Tabel 4. 32 Total biaya produksi

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Manufacturing Cost (MC)	Rp 290.966.481.226	\$ 20.718.206
2	General Expense (GE)	Rp 39.006.054.725	\$ 2.777.418
Total Production Cost (TPC)		Rp 329.972.535.952	\$ 23.495.623

Tabel 4. 33 Fixed cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 4.722.474.750	\$ 336.263
2	Property taxes	Rp 944.494.950	\$ 67.253
3	Insurance	Rp 472.247.475	\$ 33.626
Fixed Cost (Fa)		Rp 6.139.217.175	\$ 437.142

Tabel 4. 34 Variable cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	Rp 51.512.866.803	\$ 3.667.963
2	Packaging & shipping	Rp 17.500.000.000	\$ 1.246.084
3	Utilities	Rp 210.202.203.056	\$ 14.967.403
4	Royalties and Patents	Rp 3.500.000.000	\$ 249.217

Variable Cost (Va)	Rp 282.715.069.859	\$ 20.130.666
---------------------------	---------------------------	----------------------

Tabel 4. 35 Regulated cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	Rp 500.500.000	\$ 35.638
2	Plant overhead	Rp 300.300.000	\$ 21.383
3	Payroll overhead	Rp 75.075.000	\$ 5.346
4	Supervision	Rp 50.050.000	\$ 3.564
5	Laboratory	Rp 100.100.000	\$ 7.128
6	Administration	Rp 11.638.659.249	\$ 828.728
7	Finance	Rp 2.632.654.796	\$ 187.458
8	Sales expense	Rp 14.548.324.061	\$ 1.035.910
9	Research	Rp 10.183.826.843	\$ 725.137
10	Maintenance	Rp 944.494.950	\$ 67.253
11	Plant supplies	Rp 141.674.243	\$ 10.088
Regulated Cost (Ra)		Rp 41.115.659.142	\$ 2.927.632

Hasil Kelayakan Ekonomi

1. Percent Return On Investment (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 42,4 %

ROI sesudah pajak = 26,88 %

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimum adalah 44 % (Aries and Newton, 1955).

2. Pay Out Time (POT)

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

POT sebelum pajak = 1,9 tahun

POT sesudah pajak = 2,7 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi maksimum adalah 2 tahun (Aries and Newton, 1955).

3. Break Even Point (BEP)

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

$$BEP = 47,93 \%$$

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%.

4. Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = 31,97 \%$$

SDP pabrik kimia umumnya adalah 20% - 30%.

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 47.224.747.500

Working Capital = Rp 84.407.992.317

Salvage Value (SV) = Rp 4.772.474.750

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

CF = Rp 15.650.842.690

Discounted cash flow dihitung secara trial & error

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

$$R = S$$

Dengan trial & error diperoleh nilai i = 0,1147

DCFR = 11,47 %

Minimum nilai DCFR : 1,5 x suku bunga acuan bank
: 6,60%

Kesimpulan : Memenuhi syarat
: 1,5 x 6 % = 9,9 %

(Didasarkan pada suku bunga acuan di Bank Indonesia saat ini adalah 6 %, berlaku mulai September 2019).

Hasil Analisa Keuntungan

- Keuntungan sebelum pajak

Total penjualan = Rp 350.000.000.000

Total biaya produksi = Rp 329.972.535.952

Keuntungan = Rp 20.027.464.048

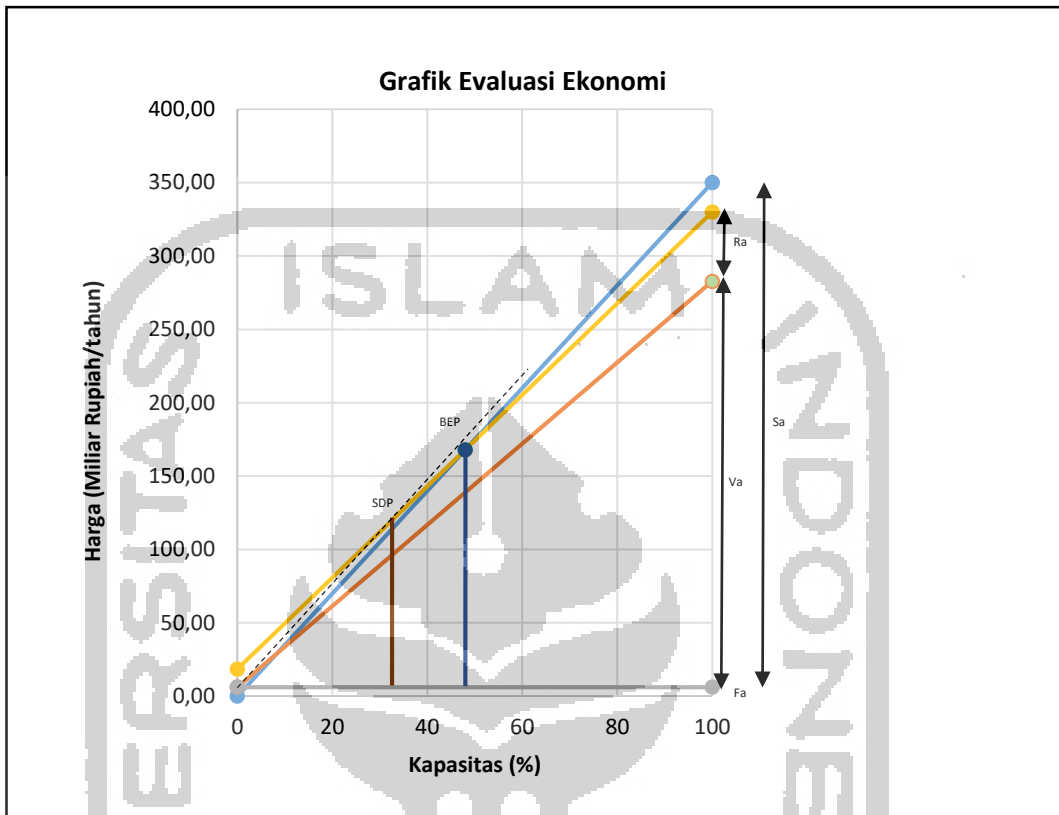
- Keuntungan setelah pajak

Pajak Pendapatan = 50 %

= 50 % x Rp 20.027.464.048

Keuntungan = Rp 10.013.732.024

Berikut grafik analisis kelayakan untuk pabrik dekstrin dari ubi kayu secara enzimatis dengan kapasitas 35.000 ton/tahun:



Gambar 4. 8 Hubungan antara kapasitas dengan biaya

Keterangan:

F_a = Annual Fixed Cost

V_a = Annual Variable Cost

R_a = Annual Regulated Cost

S_a = Annual Sales Cost (S_a)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pabrik dekstrin dari ubi kayu secara enzimatik dengan kapasitas 35.000 ton/tahun ini tergolong sebagai pabrik beresiko rendah. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka dekstrin dari ubi kayu secara enzimatik ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Pabrik dekstrin didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan import, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
3. Pabrik dekstrin akan didirikan dengan kapasitas 35.000 ton/tahun, dengan bahan baku ubi kayu sebanyak 5.338,6650 kg/jam, enzim α -amilase sebanyak 9,2393 kg/jam dan NaOH sebanyak 1,8479 kg/jam.
4. Pabrik akan didirikan di kawasan Lampung tepatnya Terusan Nunyai Lampung Tengah, Lampung. Dengan pertimbangan mudah mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik.
5. Berdasarkan analisis ekonomi, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Hasil Analisa Ekonomi

Kriteria	Terhitung	Persyaratan
ROI sebelum pajak	42,4%	ROI before taxes
ROI setelah pajak	26,88%	minimum low 11 %, high 44%
POT sebelum pajak	1,9	POT before taxes
POT setelah pajak	2,7	maksimum, low 5 th, high 2th
BEP	47,93%	Berkisar 40 - 60%
SDP	31,97%	
DCF	11,47%	>1,5 bunga bank = minimum 8.625

Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik dekstrin dengan kapaitas perancangan 35.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

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

3. Produk dekstrin dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat melihat pesatnya perkembangan saat ini.
4. Pemenuhan bahan baku didapatkan dari petani ubi kayu sehingga pemenuhan bahan baku tergantung pada hasil panen petani tersebut jadi diperlukan adanya kontrak pembelian bahan baku pada kurun waktu tertentu agar kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi selama pabrik berjalan.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2017. *Data Ekspor-Impor Dekstrin*
- Durrant, P.J. 1959. *Organic Chermstry 7th Edition*, p.333-497. Glasgow: Longmans Green and Company Ltd
- BeMiller James, Whistler Roy. 2009. *Starch Chemistry and Technology 3rd Edition*, p.3. USA: Food Science and Technology International Series
- Anggoro, UK. 2012. *Road Map Peningkatan Produksi Ubi Kayu*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2017. *Data Luas Lahan Panen Ubi Kayu dan Produktivitas Ubi Kayu Indonesia*
- Yokoyama, Shinya. 2008. *Panduan untuk Produksi dan Pemanfaatan Biomassa*. Japan: The Japan Institute of Energy
- Simanjuntak, Dahlia. 2006. *Pemanfaatan Komoditas Non Beras dalam Diversifikasi Pangan Sumber Kalori*. Fakultas Pertanian UNIKA St. Thomas SU
- Pudiastuti Lia, Pratiwi Tika. 2013. *Pembuatan Dekstrin dari Tepung Tapioka Secara Enzimatik dengan Pemanas Microwave*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Perry, Robert H. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th ed*. New York: McGraw-Hill
- Kirk-Othmer. 1981. *Encyclopedia of Chemical Technology, 5th ed*
Enzymes at Work. Novozymes
- Badan Pusat Statistik Lampung, Indonesia. 2017. *Data Produksi Ubi Kayu Provinsi Lampung, Indonesia*
- Badan Pusat Statistik Lampung, Indonesia. 2017. *Data Kondisi Wilayah dan Kependudukan Provinsi Lampung, Indonesia*
- Azeez, O.S. 2005. *Production of Dextrins from Cassava Starch*. Nigeria: Chemical Engineering Department, Federal University of Technology

- Risha, J, T. 2011. *Pengaruh pH, Suhu, Hidrolisis Enzim Alfa Amilase dan Konsentrasi Ragi Roti untuk Produksi Etanol Menggunakan Pati Bekatul*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Badger, P.C. 2002. *Ethanol From Cellulose: A General Review*. Alexandria: ASHS Press
- Lanphere, R.E, Camanche, Iowa. 1969. *Manufacture of Dextrin*. United States Patent Office Number 3425868
- Sari, Ferlyna. Siti Nurhajjah. 2012. *Pabrik Glukosa dari Pati Sukun dengan Proses Hidrolisa Asam-Enzim*.ITS.Surabaya
- Risnoyatiningsih,Sri. 2011. *Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning Menjadi Glukosa secara Enzimatis*. Jurnal Teknik Kimia vol.5. Surabaya
- Carroll J.O, Swanson T.R, Trackman.P.C. 1990. *Starch Liquefaction with Alpha Amylase Mixtures*. United States Patent Office Number 4933279
- Ohkuma K, Hanno Y, Inada K, Matsuda I, Katta Y. 1994. *Indigestible Dextrin*. United States Patent Office Number 5364652
(US Patent 4933279)



LAMPIRAN A

REAKTOR

جامعة الإسلام في إندونيسيا

REAKTOR

Fungsi :Tempat terjadinya reaksi antara pati dan air menjadi dekstrin dengan bantuan enzim α -amilase.

Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk.

Alasan pemilihan:

1. Terdapat pengaduk sehingga suhu dan komposisi campuran adalah reaktor yang harus selalu homogen bisa terpenuhi.
2. Fase reaktan adalah cair sehingga memungkinkan penggunaan RATB.
3. Pengontrolan suhu mudah, sehingga kondisi operasi yang isothermal bisa dipenuhi.
4. Mudah dalam melakukan pengontrolan secara otomatis sehingga produk lebih konsisten dan biaya operasi lebih rendah.

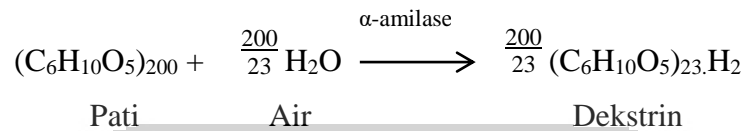
Kondisi operasi:

$P = 1 \text{ atm}$

$T = 100^\circ\text{C}$

Kinetika Reaksi

Reaksi pembuatan desktrin dari ubi kayu:



(Panduan Biomassa; Perry,1997; Dyah Suci P. Anton Cahyo,2009)

Reaksi mempunyai konversi pati menjadi dekstrin sebesar 95.3% (US Patent 4933279).

	Pati	Air	Dekstrin
Mula-mula	0,142582684	39,222593629	-
Reaksi	0,135881298	1,181576505	1,181576505
Sisa	0,006701386	38,041017125	1,181576505

$$C_s = \frac{F_s}{q_s} = \frac{F_s}{(ms/\rho_s)} = \frac{0.006}{0.14475} = 0.0415 \text{ mol/L}$$

$$C_{s0} = \frac{F_{s0}}{q_s} = \frac{F_{s0}}{(ms/\rho_s)} = \frac{0.14258}{3.07979} = 0.0463 \text{ mol/L}$$

Dimana:

S = Substrat = Pati

F_s = Mol Substrat sisa

F_{s0} = Mol substrat mula-mula

Nilai Konstanta Michaelis sesuai dengan yang ada di buku Doran p. 269,1995,

yaitu:

$$K_m = 1 \text{ mol/L}$$

$$t = 3 \text{ jam}$$

Mencari kecepatan reaksi:

$$\frac{K_m \times \ln C_s}{C_{s0}} + (C_{s0} - C_s) = (-V_{max}) \times t$$

Chemical Engineering and Kinetics (Missen, 1999)

$$(-V_{max}) = -0.035236474$$

$$V_{max} = 0.03524 \text{ mol/L.jam}$$

$$r_p = (-r_s) = 0.001402447 \text{ mol/L.jam}$$

1. Volume Reaktor

$$(-r_s) \times V = \frac{(-dn_s)}{dt}$$

$$V = \frac{(-dn_s)}{(-r_s) \times dt}$$

$$= \frac{n_S \times X_A}{(-r_s) \times t}$$

$$= \frac{0.13588}{0.00421}$$

$$= 6.45924684 \text{ m}^3$$

Dimana:

-dns = hasil kali antara mol mula A dikali dengan konversi

(-rs) = Kecepatan reaksi

2. Volume Over Desain = 20%

Maka volume sebesar = 7.75109621 m³

Pemilihan Bahan

Jenis bahan : Carbon Steel SA-283 Grade C

Allowance stresses, f : 18750 Psi (Brownell, tabel 13.1 hal. 251)

Corrosion Allowance, C : 0.125 in (Perry 8th, hal. 10-69)

Joint Efficiency, E : 0.8 (Brownell, tabel 13.2 hal. 254)

Desain Reaktor

1. Perbandingan Tinggi Terhadap Diameter (H/D)

Jenis reaktor yang dipilih ialah berbentuk silinder tegak dengan perbandingan Diameter : Height = 1 : 1,5. (Brownell & Young, tabel 3.3, p.

43)

$$V_{\text{reaktor}} = V_{\text{tabung}}$$

$$H/D = 1.5$$

$$H = \frac{4V}{\pi D^2} \quad (\text{Brownell, hal. 41})$$

$$D = 1,87413 \text{ m}$$

$$H = 2,81120 \text{ m}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times Vt}{\pi \times \left(\frac{h}{D}\right)}}$$

2. Tinggi Cairan dalam Reaktor

Level fluida di dalam tangki: 80%

$$\begin{aligned} H \text{ cairan} &= 80\% \times H \\ &= 80\% \times 2,81120 \\ &= 2,24896 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Tekanan Reaktor

$$\rho \text{ Camp} = 1054.854$$

Bahan	ρ	Fraksi	$\rho \text{ Camp}$
Pati	1500	0.040	60.672
Air	1000	0.128	127.671
Serat	1500	0.006	8.557
Enzim	1260	0.002	2.169
NaOH	1040	0.000	0.358
Dekstrin	1038	0.824	855.427

$$\rho \text{ hidrostatik} = \frac{\rho (H-1)}{144} \quad (\text{Brownell, hal. 46})$$

$$= 9.14910712 \text{ Psi}$$

$$\text{Tekanan desain} = 10.97893 \text{ psi}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan total dalam tangki} &= (\rho \text{ desain} + \rho \text{ hidrostatik}) \times 1.1 \quad (\text{Brownell, hal.} \\ &46) \end{aligned}$$

$$= (10.97893 + 9.14910712) \times 1.1$$

$$= 22.1408408 \text{ Psi}$$

4. Tebal Reaktor

- Tebal Shell

$$t_s = \frac{P r_i}{f E - 0,6 P} + C \quad (\text{Brownell \& Young, p. 254})$$

Dimana :

p = tekanan desain, psi

E = efisiensi sambungan

f = maksimum *allowable stress*, psi

r_i = jari-jari bagian dalam shell, in

Diketahui:

$$r_i = ID/2 = 73.7846722 \text{ in} / 2 = 36.8923361 \text{ in}$$

$$t_s = \frac{10.97893 \times 36.8923361}{(12650 \times 0,8) - (0,6 \times 10.97893)} + 0.125 = 0.16505 \text{ in}$$

Jadi tebal shell reaktor yaitu 0.16505 in

t_s standar = 1/4 in. Dengan pertimbangan harga sama dengan

5/16 in dan faktor *safety*. (Brownell, App. E item

2)

$$= 0.1875 \text{ in}$$

$$ID_{\text{shell}} = 73.7846722 \text{ in}$$

$$OD_{\text{shell}} = ID + 2 t_s$$

$$= 74.11477 \text{ in} = 1.87413067 \text{ m}$$

$$OD \text{ standart} = 78 \text{ in}$$

Dengan OD tersebut, melihat pada tabel 5.7 p. 90 buku Brownell & Young, maka didapatkan:

$$r = 78 \text{ in}$$

$$icr = 4.75 \text{ in}$$

5. Tebal Head

Untuk range tekanan 15–200 psig ($\pm 1–15 \text{ atm}$) menggunakan *roof-bottom* bentuk *torispherical dished heads* (Brownell & Young, p.88)

$$t_h = \frac{P \times r \times W}{2fE - 0.2P} + C$$

Dimana: t_h = tebal head, in

r = *inside spherical* atau jari-jari *crown*, in

W = lebar, in

$$w = \frac{1}{4} (3 + \sqrt{rc/r1}) \quad (\text{Brownell, hal. 138})$$

$$w = \frac{1}{4} (3 + \sqrt{78/4.75})$$

$$W = 1.76307 \text{ in}$$

$$t_h = \frac{10.97893 \times 78 \times 1.76307}{(2 \times 12650 \times 0.8) - (0.2 \times 10.97893)} + 0.125 = 0.16029 \text{ in}$$

Jadi tebal head sebesar 0.16029 in

Jika dilihat dari lampiran C bagian f buku Brownell & young, maka:

$$t_h \text{ standar} = 0.1875 \text{ in} \quad (\text{Brownell, tabel 5.8 hal. 93})$$

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= \text{ID} + 2 t_h \text{ standar} \\
 &= 74.11477 + (2 \times 0,1875) \\
 &= 78 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 5.7 p. 90 buku yang ditulis oleh Brownell & Young, didapatkan:

$$\begin{aligned}
 r &= 78 \text{ in} \\
 \text{icr} &= 4.75 \text{ in}
 \end{aligned}$$

6. Menentukan Ukuran Head

Tutup atas berbentuk *torispherical head*

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= 74.11477 \text{ in} \\
 \text{OD standar} &= 78 \text{ in} \\
 \text{ID} &= 73.78467 \text{ in} \\
 \text{ID standar} &= 74.4897714 \text{ in} \\
 \text{sf (straight flange)} &= 1.8 \text{ in (Brownell \& Young, tabel 5.8, p.}
 \end{aligned}$$

93)

$$\text{icr (inside corner radius)} = 4.75 \text{ in}$$

$$r \text{ (radius)} = 66 \text{ in}$$

$$a = \text{ID}/2 = 73.78467/2 = 36.89234 \text{ in}$$

$$\text{AB} = a - \text{icr} = 36.89234 - 4.75 = 32.14234 \text{ in}$$

$$\text{BC} = r - \text{icr} = 78 - 4.75 = 73.25 \text{ in}$$

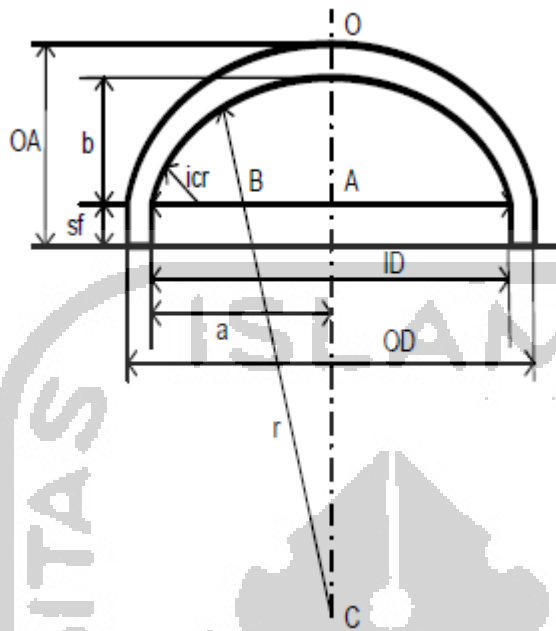
$$\text{AC} = \sqrt{(\text{BC}^2 - \text{AB}^2)^{0.5}} = (73.25^2 - 32.14234^2)^{0.5} = 65.82122 \text{ in}$$

$$b = r - \text{AC} = 78 - 65.82122 = 12.17878 \text{ in}$$

$$\text{OA} = t_h + b + \text{sf} = 0.1875 + 12.17878 + 1.8 =$$

$$14.16628 \text{ in} = 0.35982 \text{ m}$$

Tinggi head sebesar 0.35982 m



7. Menghitung Volume Head

$$V_{\text{head}} = 0,000049 \times ID^3 + (\pi/4) \times ID^2 \times sf \quad (\text{Brownell \& Young, p.88})$$

ID = Diameter dalam, in.

$$\begin{aligned} V_{\text{head}} &= (0.000049 \times (73.78467219 \text{ in})^3) + (\pi/4) \times 73.78467219^2 \text{ in}^2 \times \\ &1.8 \text{ in} \\ &= 7712.31 \text{ in}^3 \\ &= 0.12623 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

8. Menghitung Tinggi Shell, Tinggi Reaktor

$$\text{Volume tangki, } V_t = 7.751096 \text{ m}^3 = 273.6912 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume shell, } V_s &= V_t - 2 V_{\text{head total}} \\ &= 7.751096 - 2 \times 0.12623 \\ &= 7.4986 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi shell, } H_s = \frac{4 V_s}{\pi ID^2}$$

$$= \frac{4 \times 7.4986}{\pi \times 73.78467219^2}$$

$$= 2.7196 \text{ m}$$

$$= 107.0722 \text{ in}$$

9. Menghitung Tinggi Total Reaktor

$$\text{Tinggi reaktor} = H_s + 2 \times \text{tinggi head}$$

$$= 2.7196 + 2 \times 0.35982$$

$$= 3.4393 \text{ m}$$

10. Tinggi total cairan, h

$$= H_s + b + sf$$

$$= (107.0722 + 12.17878 + 1.8) \text{ in}$$

$$= 121.05 \text{ in}$$

$$= 3.074702 \text{ m}$$

11. Menghitung Luas Permukaan Reaktor

Perhitungan luas permukaan reaktor untuk total head < 1 in, menggunakan persamaan 5-12 buku Brownell & Young, p.88.

$$De = OD + \frac{OD}{42} + 2 \cdot sf + \frac{2}{3} icr$$

Dimana, De adalah Diameter Ekivalen, in.

$$De = 74.15967219 + \frac{74.15967219}{42} + 2 \times 1.8 + \frac{2}{3} \times 4.75 = 74.4234 \text{ in}$$

$$= 2.1004 \text{ m}$$

$$A_{total} = A_{shell} + 2A_{head} = (\pi \times OD \times H_s) + 2 \left(\frac{\pi}{4} De^2 \right)$$

$$= (\pi \times 74.11477 \times 107.0722) + 2 \left(\frac{\pi}{4} De^2 \right)$$

$$= 25047.72 \text{ in}^2$$

$$= 16.15978 \text{ m}^2$$

12. Spesifikasi Pengaduk

$$\mu_{\text{Camp}} = 1.939$$

Bahan	μ	Fraksi	μ_{Camp}
Pati	1.964	0.04045	0.079
Air	0.284	0.12767	0.036
Serat	1.964	0.00570	0.011
Enzim	110.000	0.00172	0.189
NaOH	12.272	0.00035	0.004
Dekstrin	1.964	0.82411	1.624

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Camp}} &= 1.939 \text{ Cp} \\ &= 0.001303 \text{ lb/ft.s} \\ \rho_{\text{Camp}} &= 1054.854 \text{ kg/m}^3 \\ &= 65.854515 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

Viskositas yang diasumsikan adalah viskositas produk mewakili viskositas campuran. Viskositasnya adalah 170 cp. Pengaduk jenis pitched-blade turbine dengan 6 buah blade dan 4 baffle digunakan untuk reaktor ini (R.K. Sinnott, fig 10.57, p.472).

Untuk pengaduk secara umum :

$$\begin{aligned} D_a/W &= 5 && \text{(Geankoplis, hal. 158)} \\ D_t/J &= 12 \\ D_a/D_t &= 0.3 && (0.3-0.5) \\ H/D_t &= 1 \\ C/D_t &= 1 \\ D_d/D_a &= 0.67 \\ L/D_a &= 0.25 \\ W/D_a &= 0.2 \\ J/D_t &= 0.08 \end{aligned}$$

Da	=	0.56244	m	=	1.84460	ft
W	=	0.11245	m	=	0.36892	ft
L	=	0.14056	m	=	0.46115	ft
C	=	1.87413	M	=	6.14866	ft
Dd	=	0.37483	M	=	1.22973	ft

Dimana:

Da = Diameter Impeler
W = Lebar Blade
L = Panjang Blade
C = Tinggi Pengaduk dari Dasar Tangki
Dd = Tinggi Cairan dalam Pengaduk

13. Jumlah Impeller

$$\begin{aligned} \text{Jumlah impeller} &= H \text{ Cairan} / D \text{ tangki} \\ &= 2.24896 / 1.87413 \\ &= 1.2 \\ &= 2 \text{ (Memakai 2 impeller)} \end{aligned}$$

14. Daya dan Kecepatan Pengaduk

Daya Pengaduk (Reaksi dengan Heat Transfer), yaitu:

$$P \text{ pengaduk} = \frac{(1.5-5 \text{ hp})}{1000 \text{ gal}} \times V \quad (\text{Wallas hal 292})$$

$$\begin{aligned} V &= 7.75110 \text{ m}^3 \\ &= 2045.14412 \text{ gal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ pengaduk} &= (3/1000) \times 2045.14412 \\ &= 6.13543 \text{ hp} \\ &= 3374.4878 \text{ lbf.ft/s} \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi} = 0.8$$

$$\begin{aligned} P \text{ motor} &= \frac{P \text{ input}}{ef. \text{ motor}} \\ &= 6.13543 / 0.8 \\ &= 7.66929 \text{ hp} \end{aligned}$$

$$\text{Tip speed} = 10-15 \text{ ft/s} \quad (\text{Wallas hal 292})$$

$$= 15 \text{ ft/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Kec. Pengaduk} &= \frac{\text{Tip Speed}}{\pi D a} \\ &= \frac{15 \text{ ft/s}}{3.14 \times 1.6388 \text{ ft}} \\ &= 2.58976 \text{ rps} \\ &= 155.38572 \text{ rpm} \end{aligned}$$

15. Pendingin

$$\text{Jumlah pendingin} = 3305.931 \text{ kg/jam}$$

$$Q \text{ reaksi} = 207047.536 \text{ KJ/jam}$$

$$T \text{ Jacket} = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 86 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T \text{ Proses} = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 212 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{Laju alir} = 5368.018 \text{ kg/jam (total input di reaktor)}$$

$$= 2434.917 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Rated capacity} = \text{laju alir} / \rho \text{ Camp pendingin}$$

$$= 2434.917 \text{ lb/jam} / 65.854515 \text{ lb/ft}^3$$

$$= \frac{2434.917 \text{ lb/jam}}{65.854515 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 36.974 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 276.604 \text{ gal/jam}$$

$$\text{Untuk rate capacity} = 276 \text{ (diambil 300 gal)}$$

$$\text{Luas jaket} = 45 \text{ ft}^2 \quad (\text{Hary Silla, tabel 7.3})$$

$$\text{Nilai } U_b \text{ untuk jaket inside cooling water-agitated}$$

$$U_b = 60 \text{ Btu/h.F.ft}^2 \quad (\text{Hary Silla, tabel 7.6})$$

$$Q_j = U_b \times A_j \times (T_r - T_j)$$

$$= 60 \times 45 \times (212 - 86)$$

$$= 358931 \text{ kJ/jam}$$

Karena ($Q_j > Q_r$), maka jaket mampu mendinginkan fluida

$$Q_j = 358931 \text{ kJ/jam}$$

$$Q_r = 207048 \text{ kJ/jam}$$

16. Tinggi Jaket (H_j) dan Diameter (OD_j)

$$\text{Jumlah Pendingin} = 3305.931 \text{ kg/jam}$$

$$\rho \text{ pada suhu} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$= 995.68 \text{ kg/m}^3$$

(Geankoplis,

App. A.2-3)

$$Q_c = \frac{\text{massa}}{\text{densitas}}$$

$$= \frac{3305.931 \text{ kg/jam}}{995.68 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 3.32027 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Waktu dalam reaktor = 3 jam

Volume jaket pendingin = $Q_c \times t$

$$= 3.32027 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ jam}$$

$$= 9.96082 \text{ m}^3$$

Data shell

OD = 78 in = 1.98 m

H cairan = 97 in = $(80\% \times 3.074702 \text{ m}^3) = 2.46 \text{ m}$

OA = 14.2 in = 0.36 m

Asumsi :

H_j = 5% lebih tinggi dari tinggi larutan dalam tangki

$$= (100\% + 5\%) \times 97 \text{ in}$$

$$= 101.68284 \text{ in}$$

$$= 2.58275 \text{ m}$$

$$V_{\text{Jaket}} = \left(\frac{\pi \times H_j \times OD_j^2}{4} \right) + \left(\frac{\pi \times H_j \times OD_j^2}{3 \times 4} \right) + \left(\frac{\pi \times H_j \times OD_s^2}{4} \right)$$

$$+ \left(\frac{\pi \times OA \times OD_s^2}{3 \times 4} \right)$$

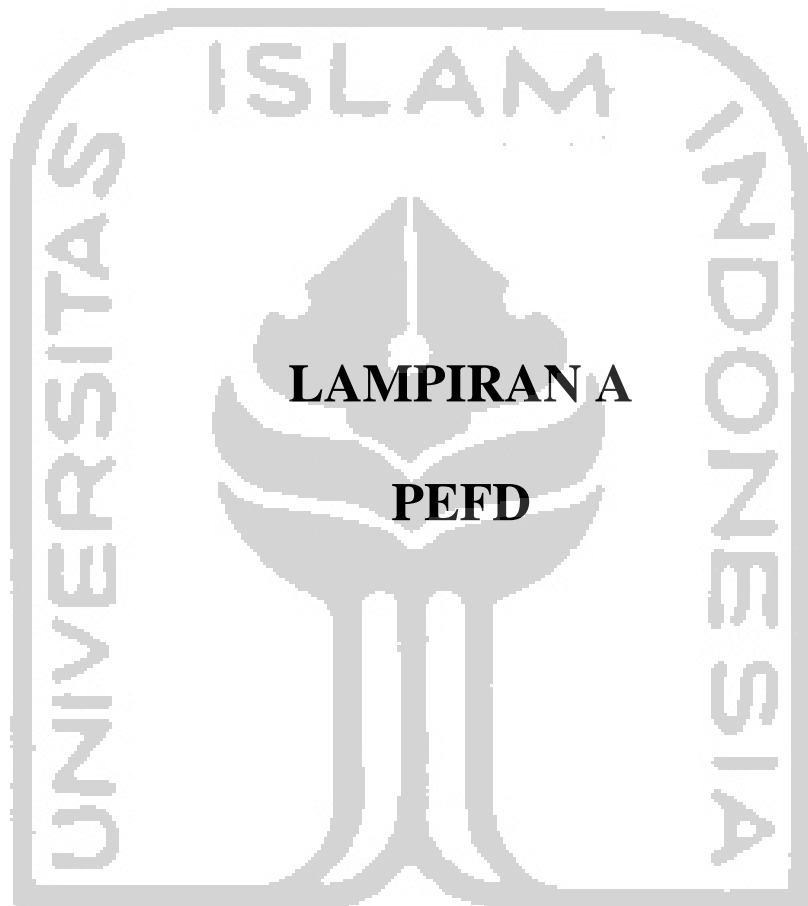
$$10.03261 \text{ m}^3 = 2.12161 \text{ m} \times OD_j^2 - 8.32768719 \text{ m}^3$$

$$16.03306 \text{ m}^3 = 2.12161 \text{ m} \times OD_j^2$$

$$OD_j^2 = 8.62010 \text{ m}^2$$

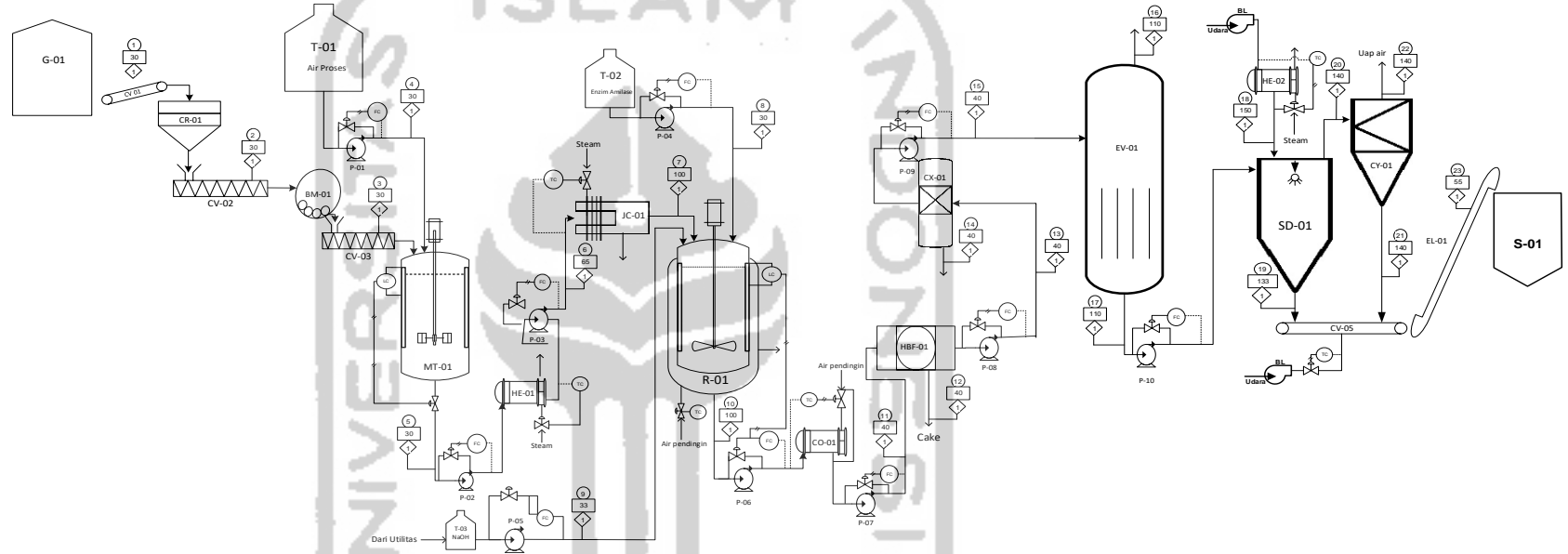
$$OD_j^2 = 2.93600 \text{ m}$$

Reaktor Liquifikasi	Jumlah/ket	satuan
Kapasitas Umpan	5368.01765	kg/jam
Diameter Reaktor	1.87413	m
Tinggi Tangki	2.81120	m
Volume Reaktor	6.45925	m ³
Bahan Material	<i>Carbon Steel SA-283 grade: C</i>	
Tebal Shell (<i>dinding</i>)	0.18750	in
Tebal Head	0.18750	in
Tinggi head	0.35982	in
Volume head	0.12623	m ³
Tinggi Shell (<i>dinding</i>)	2.7196	m
Tinggi cairan	2.4598	m
Luas perm reaktor	16.1598	m ²
Total tinggi reaktor	3.4393	m
Tinggi Head	0.35982	m
Jenis Pengaduk	<i>Pitched-Blade Turbine</i>	
Jumlah Baffle	4	Baffle
Jumlah Blade	6	Blade
Jumlah Impeller	2	Impeller
Diameter Impeler	0.56224	m
Lebar Blade	0.11245	m
Panjang Blade	0.14056	m
Tinggi Pengaduk dari Dasar Tangki	1.87413	m
tinggi cairan dlm pengaduk	0.37483	m
Daya Pengaduk	6.13543	hp
Kecepatan Pengaduk	155.38572	rpm



جامعة الإسلام في إندونيسيا

PRARANCANGAN PABRIK DEKSTRIN DARI UBI KAYU (*Manihot esculenta Crant*) SECARA ENZIMATIS DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (Kg/jam)																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Ubi Kayu	5338,6943	5338,6943	5338,6943	-	5338,6943	5338,6943	5338,6943	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampas Pati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217,1249	217,1249	216,9078	0,2171	0,2171	0,1898	0,0273	-	0,0271	0,0001	0,0001	0,0000	0,0272	-
NaOH	-	-	-	-	-	-	-	1,8479	1,8479	1,8479	0,0018	1,8461	1,0612	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enzim α-amilase	-	-	-	-	-	-	-	9,2394	9,2394	9,2394	0,0092	9,2302	-	9,2301	8,0853	1,1447	-	1,1390	0,0057	0,0057	0,0001	1,1447	-
Serat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,6219	30,6219	30,5913	0,0306	-	0,0306	0,0271	0,0035	-	0,0035	0,0000	0,0000	-	0,0035
Dekstrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4423,8412	4423,8412	4,4238	4419,4174	-	4419,4170	0,0006	4419,3924	-	4419,2030	0,1894	0,1875	0,0019	4419,3905
Air Proses	-	-	-	7860,3884	7860,3884	7860,3884	7860,3884	-	-	685,3424	685,3424	0,6853	684,6571	-	685,4885	600,4700	85,0126	-	0,4251	84,5875	-	84,5875	0,4251
Udara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1952,7610	-	1952,7600	-	1952,7600	-
Total	5338,6943	5338,6943	5338,6943	7860,3884	13199,0827	13199,0827	13199,0827	9,2394	1,8479	5368,0177	5368,0177	252,6192	5115,3985	1,0612	5114,3833	608,7728	4505,5805	1952,7610	4420,7977	2037,5428	0,1933	2037,3495	4420,9910

Keterangan	Simbol	Keterangan
G	LC	Level Controller
S	Silo	
CV	FC	Flow Controller
CR		Crusher
BM	TC	Temperature Controller
MT		Mixing Tank
HE		Heat Exchanger
CO		Cooler
HBF		Horizontal Belt Filter
CX		Carbon Exchanger
EV		Evaporator
IC		Jet Cooker
EL		Elevator
P		Pompa
T		Tangki
BL		Blower
SD		Spray Dryer
CV		Cyclone

Disusun oleh :

1. AHMAD FAUZHAN (14 521 193)

2. DZIKRUL AMRI (14 521 287)

Dosen Pembimbing :
1. Dr.Ir.Farham HM Saleh. MSIE



KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama Mahasiswa : Ahmad Fauzan
 No. MHS : 14521193
 Nama Mahasiswa : Dzikrul Amri
 No. MHS : 14521287
 Judul Prarancangan)* : PRA RANCANGAN PABRIK DEKSTRIN PARI UBI
 KAYU SECARA ENZIMATIS DENGAN KAPASITAS
 35.000 TON/TAHUN
 Mulai Masa Bimbingan : 05 Juni 2019
 Batas Akhir Bimbingan : 05 Desember 2019

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12/12/18	Konsultasi mengenai judul	frz
2	10/1/19	Konsultasi mengenai kapasitas alat	frz frz
3	5/2/19	Konsultasi alat besar	frz frz
4	21/2/19	Konsultasi perhitungan NM	frz frz
5	18/3/19	Konsultasi perhitungan NP	frz frz
6	23/4/19	Konsultasi perhitungan alat besar	frz frz
7	3/7/19	Konsultasi perhitungan alat besar	frz frz
8	18/7/19	Konsultasi perhitungan alat kecil	frz frz
9	15/8/19	Konsultasi mengenai utilitas	frz frz
10	2/9/19	Konsultasi hasil evaluasi ekonomi	frz frz
11	9/9/19	Pengecekan naskah laporan	frz frz
12	10/9/19	Tanda tangan pengesahan	frz

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 11-9-2019

Pembimbing,



Dr. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE.

)* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

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