

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM LAKTAT
DARI MOLASE KAPASITAS 7.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR



**Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan
Program Studi S-1 Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi Surakarta**

Oleh :

Dhenada Ayu Dyah Raspitasari

19130249D

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA**

2018

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM LAKTAT DARI
MOLASE KAPASITAS 7.000 TON/TAHUN**

Disusun oleh :

Dhenada Ayu Dyah Raspitasari 19130249D

Telah disetujui oleh Pembimbing

pada tanggal 3 September 2018

Pembimbing I



Dr. Supriyono, S.T., M.T.
NIS.01.95.019

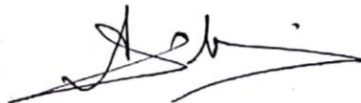
Pembimbing II



Ir. Sumardiyono, M.T.
NIS.01.94.015

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Kimia



Dewi Astuti H., S.T., M.Eng.
NIS.01.96.023

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM LAKTAT DARI
MOLASE KAPASITAS 7.000 TON/TAHUN**

Disusun oleh :

Dhenada Ayu Dyah Raspitasari

19130249D

Telah dipertahankan di depan penguji

pada tanggal 19 September 2018

Penguji I : Argoto Mahayana, S.T., M.T.

Penguji II : Narimo, S.T., M.M

Penguji II : Ir. Sumardiyono, M.T.

Penguji IV : Dr. Supriyono, S.T., M.T




Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi



Petrus Darmawan, S.T., M.T.
NIS. 01.99.038

Ketua Program Studi
S1 Teknik Kimia



Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng
NIS.01.96.023

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah terimakasih ku pada.....

Allah SWT, atas segala rahmat dan nikmat yang luar biasa sehingga tersusunlah tugas akhir ini dengan baik.

Nabi Muhammad SAW dan para sahabatnya, yang menjadi suri tauladan dalam menghadapi kehidupan dunia ini.

*“Hanya kepada Engkaulah yang kami menyembah dan hanya kepada
Engkaulah kami memohon pertolongan”*

(Q.S. Al-Fātihah : 5)

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya
bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari
sesuatu urusan, tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).”*

(Q.S. Al-Insyirah: 5-7)

Karya ini kupersembahkan kepada :

Keluargaku tercinta Bapak, Ibu terimakasih atas pengorbanan, kesabaran, keikhlasan, kasih sayangmu yang luar biasa, serta lantunan do'a yang tiada pernah putus, air mata yang tiada pernah mampu terbalas, semangat dan dukungan yang tak pernah lelah diberikan, kerja keras dan usaha memberikan yang terbaik untukku.

Dian Putri C (kakakku) dan Alya Ananta S (adikku) yang selalu menginspirasi dengan keceriaan agar aku tak penat.

Seluruh keluarga besarku, terima kasih selalu memberiku semangat dan mendoakanku.

Sahabatku Puti Pertiwi, sahabat yang selalu ada di kala duka maupun suka, terimakasih engkau selalu memberi semangat dan selalu menginspirasi, semoga persahabatan kita langgeng sampai akhir hayat.

Sahabatku Dikha Indra Pramesti C.U, terimakasih atas ilmu-ilmu yang kamu berikan.

Dosen Pembimbing Bapak Dr. Supriyono, S.T., M.T dan Ir. Sumardiyono, M.T terimakasih sudah bersedia menjadi pembimbing saya selama penyusunan tugas akhir ini serta terimakasih pula atas ilmu-ilmu nya selama ini, semoga saya dapat mengamalkan ilmu-ilmu yang Ibu bapak berikan.

Seluruh dosen pengajar dan staff Teknik Kimia USB (Pak Indra, Bu Happy, Bu Dewi, Pak Dion, Pak Petrus, Pak Argoto, Pak Wisnu, Pak Supriyono, Pak Seno, Pak Narimo, dan juga Pak Bowo), terima kasih atas bimbingan dan seluruh bantuannya.

Teman-teman Teknik Kimia 2013 (Fristy, Meini, Puti, Lu'lu', Nurul, Nurila, Dikha, Intan, Atika, Gani, Galih, dan Yusuf) juga Mas Bayu, terima kasih atas semangat juang dan semua bantuan kalian selama kurang lebih 5 tahun ini.

Bapak Kost sekeluarga, terimakasih selama 5 tahun dikost telah diberi semangat disiplin untuk kuliah, diberi perhatian seperti keluarga sendiri, dan seluruh bantuannya. **Adik-adik kost Khasanah** terimakasih atas keceriaan dan canda tawamu yang membuat aku tak penat di kost.

Teman-teman FOSMI terutama Solchan Solgan (Nofika, Firda, Lu'lu', Ofy, Erni, Puti, dan Nur), terimakasih atas do'a dan dukungan kalian selama penyelesaian skripsi ini.....

Karya kecil ini kupersembahkan dengan segenap ilmu & tenaga ku, meski belum cukup pantas untuk dipersembahkan karena ini hanyalah suatu alur kecil dari sebuah cerita hidup yang akan kujalani. Semoga segala nikmat dan hidayah-Nya senantiasa melingkupi hidup ini, Aamiin.....

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga dapat menyelesaikan program studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta. Dalam tugas akhir ini penulis mengambil judul **“Prarancangan Pabrik Asam Laktat dari Molase Kapasitas 7.000 Ton/Tahun”**. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr.Ir.Djoni Tarigan, M.B.A., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Petrus Darmawan, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan pembimbing akademik.
3. Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng., selaku ketua Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik.
4. Dr. Supriyono, S.T., M.T., selaku Pembimbing 1 dan Ir. Sumardiyono, M.T. selaku Pembimbing 2 yang penuh kesabaran telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Argoto Mahayana, S.T., M.T., selaku dosen penguji 1 dan Narimo, S.T., M.M selaku dosen penguji 2 yang telah meluangkan waktunya untuk menguji tugas akhir ini serta memberi masukan demi kesempurnaan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen Pengajar dan Staff Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta atas semangat, bimbingan, dan bantuannya kepada penulis selama menempuh pendidikan strata 1.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 2018

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN | |
| KATA PENGANTAR | |
| DAFTAR ISI..... | |
| DAFTAR TABEL..... | iv |
| DAFTAR GAMBAR..... | v |
| INTISARI | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik..... | 1 |
| 1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik..... | 2 |
| 1.3 Lokasi Pendirian Pabrik | 5 |
| 1.4 Pemilihan Proses | 8 |
| 1.5 Tinjauan Pustaka | 11 |
| BAB II SPESIFIKASI BAHAN | |
| 2.1 Spesifikasi Bahan Baku..... | 19 |
| 2.2 Spesifikasi Bahan Pendukung | 20 |
| 2.3 Spesifikasi Produk..... | 22 |
| BAB III DESKRIPSI PROSES | |
| 3.1 Diagram Alir Proses | 23 |
| 3.2 Diskripsi Proses | 24 |
| BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS | 26 |
| 4.1. Neraca Massa | 26 |
| 4.2. Neraca Panas | 35 |
| BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES..... | 39 |
| 5.1. <i>Sterilizer I</i> | 39 |
| 5.2 Tangki Penyimpanan Molase | 39 |
| 5.3 <i>Filter press</i> | 40 |
| 5.4 <i>Mixer I</i> | 40 |

| | |
|---|----|
| 5.5 <i>Sterilizer II</i> | 41 |
| 5.6 Tangki Kultur | 41 |
| 5.7 <i>Mixer II</i> | 42 |
| 5.8. <i>Fermentor</i> | 43 |
| 5.9. <i>Intermediete Sotrage</i> | 44 |
| 5.10. <i>Decanter</i> | 44 |
| 5.11. Tangki Penyimpanan H ₂ SO ₄ | 44 |
| 5.12. <i>Acidifier</i> | 45 |
| 5.13. <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> | 45 |
| 5.14. Tangki Penyimpan Asam Laktat | 46 |
| 5.15. Silo I | 46 |
| 5.16. Silo II..... | 47 |
| 5.17. Silo III..... | 47 |
| 5.18. Silo IV..... | 47 |
| 5.19. Silo V | 48 |
| 5.20. Silo VI..... | 48 |
| 5.21. <i>Hopper</i> | 49 |
| 5.22. <i>Bucket Elevator</i> | 49 |
| 5.23. <i>Cooler I</i> | 49 |
| 5.24. <i>Cooler II</i> | 50 |
| 5.25. <i>Heat Exchanger</i> | 50 |
| 5.26. <i>Evaporator</i> | 51 |
| 5.27. Pompa 01 | 52 |
| 5.28. Pompa 02 | 52 |
| 5.29. Pompa 03 | 52 |
| 5.30. Pompa 04 | 53 |
| 5.31. Pompa 05 | 53 |
| 5.32. Pompa 06 | 53 |
| 5.33. Pompa 07 | 54 |
| 5.34. Pompa 08 | 54 |
| 5.35. Pompa 09 | 54 |

| | |
|---|------------|
| 5.36. Pompa 10 | 55 |
| BAB VI UTILITAS | 56 |
| 6.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas) | 56 |
| 6.2. Unit Laboratorium | 80 |
| BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK | 83 |
| 7.1. Bentuk Perusahaan | 83 |
| 7.2. Struktur Organisasi | 84 |
| 7.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji | 89 |
| 7.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan | 92 |
| 7.5. Kesejahteraan Karyawan | 93 |
| 7.6. Manajemen Produksi | 94 |
| 7.7. Tata Letak (<i>Lay out</i>) Pabrik | 96 |
| 7.8. Tata Letak Peralatan | 99 |
| BAB VIII EVALUASI EKONOMI | |
| 8.1. Perhitungan Biaya | 106 |
| 8.2. Total Fixed Capital Investment..... | 108 |
| 8.3. Working Capital..... | 109 |
| 8.4. Manufacturing Cost..... | 110 |
| 8.5 General Expenses..... | 110 |
| 8.6 Analisis Ekonomi..... | 111 |
| BAB IX KESIMPULAN | 116 |
| DAFTAR PUSTAKA | P-01 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1.1 Industri asam laktat di dunia | 3 |
| Tabel 1.2 Data impor asam laktat di Indonesia..... | 4 |
| Tabel 1.3 Perbandingan proses sintesis dan proses fermentasi..... | 10 |
| Tabel 1.4 Data untuk masing-masing komponen pada suhu 298 K..... | 17 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Perkembangan impor asam laktat di Indonesia..... | 4 |
| Gambar 1.2 Lokasi pendirian pabrik asam laktat..... | 7 |
| Gambar 3.1 Diagram alir proses kualitatif..... | 24 |

INTISARI

Prarancangan pabrik asam laktat direncanakan akan didirikan pada tahun 2026 yang berlokasi di Kawasan Industri Tanjung Bintang, Lampung Selatan yang berdekatan dengan Pabrik Gula Gunung Madu Plantation sebagai penyedia bahan baku. Pabrik ini beroperasi 300 hari/tahun dengan kapasitas 7.000 ton/tahun, dengan pertimbangan mengurangi impor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Proses produksi asam laktat terdiri beberapa tahap yaitu tahap persiapan, fermentasi, pengasaman dan pemurnian. Pada tahap persiapan, molase di sterilisasi terlebih dahulu dengan suhu 90°C, kemudian molase diencerkan menjadi 12%. Sebelum proses fermentasi berlangsung, molase disterilisasi lagi dengan suhu 90°C. Molase dari sterilizer dialirkan menuju tangki culture sebanyak 5% dan 95% menuju ke fermentor. Molase difermentasikan dengan *Lactobacillus delbrueckii* pada suhu 42°C tekanan 1 atm, ditambahkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk menjaga pH dalam fermentor. Pada tahap pengasaman dan pemurnian, ca-laktat ditambah H_2SO_4 membentuk asam laktat dan endapan CaSO_4 . Asam laktat dipekatkan dengan menggunakan evaporator, sehingga konsentrasinya menjadi 88%.

Pabrik asam laktat bekerja secara semi kontinyu dan beroperasi selama 270 hari/tahun dengan kapasitas produksi 7.000 ton/tahun. Bahan baku berupa molase yang dibutuhkan yaitu 1758,1627kg/tahun dengan bahan baku pendukung berupa Malt sprout, *L. delbrueckii*, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ dan H_2SO_4 . Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan unit pendukung yaitu unit penyedia air sebesar 181.678,36 kg/jam. Kebutuhan listrik sebesar 220,2 kW diperoleh dari PLN dan 1 generator 500 kW, bahan bakar solar untuk generator sebanyak 0,062 m³/jam, dan udara tekan sebesar 57,8 m³/jam.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan modal tetap (FCI) Rp 388.130.860.060,93 dan modal kerja (*working capital*) Rp 54.794.944.949,78. Keuntungan sebelum pajak Rp 99.495.516.494,21 per tahun, setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp 69.646.861.545,95 per tahun. *Return On Investment* (ROI) setelah pajak 25,2%. *Pay Out Time* (POT) setelah pajak 2,53 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 43,3% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 23,29%. Dari data analisis kelayakan di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

Kata kunci : asam laktat, fermentasi, molase

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Asam laktat atau 2-hydroxypropionic acid yang mempunyai rumus kimia $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ telah ditemukan pada tahun 1780 oleh seorang kimiawan Swedia bernama Scheele. Asam laktat pertama kali diproduksi secara komersial oleh *Charles E. Avery* di *Littleton, Massachusetts, USA* pada 1881 (Narayanan dkk, 2004).

Sifat asam laktat antara lain tak berwarna sampai kekuningan, larut dalam air, alkohol, eter dan korosif. Asam laktat digunakan di berbagai industri, seperti di industri makanan asam laktat sebagai pengatur pH, bahan pengasam pada produk kembang gula, jus, sirup, meningkatkan aroma dan rasa pada saus serta bumbu mengurangi resiko bakteri patogen pada produk daging, Industri farmasi. Sebagai larutan pengental dan pembuatan tablet di industri farmasi. Selain itu di industri kosmetik asam laktat juga digunakan sebagai pencampur zat yang membuat kulit tampak bercahaya dan zat anti jerawat Industri kosmetik serta pengatur pH dan zat pembersih di industri kimia (Jinbo *et al.*, 2005).

Asam laktat diproduksi dengan bahan baku molase. Pemanfaatan molase sebagai bahan baku produksi asam laktat merupakan salah satu cara mengurangi impor asam laktat sehingga dapat meningkatkan devisa negara. Molase merupakan limbah dari pengolahan tebu yang berbentuk cairan kental, berwarna coklat tua kehitaman, dan berbau manis. Selain itu molase juga mengandung gula dengan kadar tinggi (50-60%) yang dapat diolah menjadi asam laktat dengan proses fermentasi (Suryana dkk, 2012).

Kebutuhan asam laktat di Indonesia diperkirakan di tahun-tahun mendatang cenderung terus meningkat bila dilihat dari semakin banyaknya industri yang menggunakannya. Oleh karena itu, pembangunan industri asam laktat dengan bahan baku molasse sangat penting, karena dapat mengurangi jumlah impor asam laktat di Indonesia. Walaupun sebagian besar bahan bakunya terdapat di dalam negeri, Indonesia masih mengimpor asam laktat dikarenakan belum ada pabrik asam laktat yang didirikan di Indonesia. Dengan didirikannya pabrik asam laktat di Indonesia, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan asam laktat dapat mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor asam laktat tersebut, disamping itu juga dapat meningkatkan nilai guna molasse, membuka lapangan kerja baru, memacu pertumbuhan ekonomi dan industri.

1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik

Kapasitas produksi pabrik mempengaruhi perhitungan ekonomis maupun teknis dalam suatu perancangan pabrik. Dalam pemilihan kapasitas pabrik Asam laktat ($\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$), ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan, antara lain :

1.2.1 Ketersediaan Bahan Baku

Molase dapat digunakan sebagai bahan baku proses produksi asam laktat. Pemilihan ini didasarkan bahwa ketersediaan tetes tebu sebagai bahan baku sangat besar di Indonesia dan mudah didapat. Molase diperoleh dari Pabrik Gula Gunung Madu Plantations dengan kapasitas produksi rata-rata 100.000 ton/tahun.

Bakteri *Lactobacillus delbrueckii* diimpor dari PT. Cangzhoun Pangoo International Trade, China dengan kapasitas produksi rata-rata 30.000 ton/tahun. Bahan penunjang seperti Ca(OH)_2 dapat diperoleh dari PT. Kurnia Mineral dengan kapasitas produksi rata-rata 32.000 ton/tahun. H_2SO_4 diperoleh dari PT. Dunia Kimia Utama dengan kapasitas produksi rata-rata 180.000 ton/tahun. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ diperoleh dari PT. Graha Chemical dengan kapasitas produksi rata-rata 75.000 ton/tahun. dan Malt diperoleh dari PT. Central Pasifik Prima dengan kapasitas produksi rata-rata 60.000 ton/tahun.

1.2.2 Kapasitas Maksimum-Minimum

Beberapa pabrik asam laktat yang telah berdiri:

Tabel 1.1 Industri asam laktat di dunia

| No | Negara | Perusahaan | Kapasitas (ton/tahun) |
|----|---------------|---------------------------|-----------------------|
| 1. | China | Musashino Chemical Co | 3.000 |
| 2. | Perancis | Marckolsheim | 4.500 |
| 3. | Belgia | Galactic | 5.000 |
| 4. | China | COFCO Biochemical | 10.000 |
| 5. | Korea Selatan | Shandong Boyu Chemical Co | 20.000 |

(Lipi.go.id)

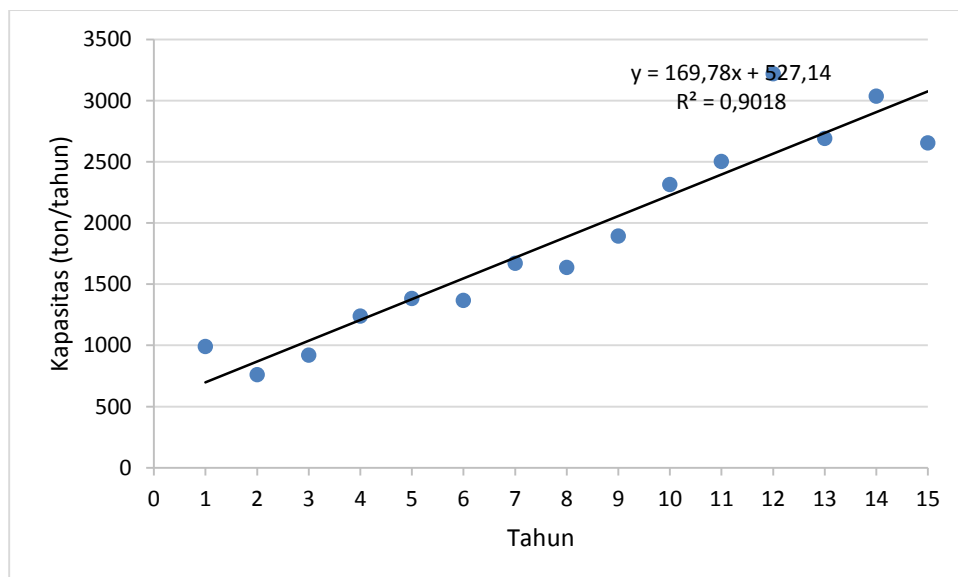
1.2.3 Kebutuhan Asam laktat di Indonesia

Kebutuhan asam laktat di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini ditunjukkan dengan data impor asam laktat dari Badan Pusat Statistik, seperti pada tabel 1.2 berikut ini:

Tabel 1.2 Data impor asam laktat di Indonesia

| Tahun | Jumlah (ton) |
|-------|--------------|
| 2002 | 990,192 |
| 2003 | 761,005 |
| 2004 | 919,475 |
| 2005 | 1240,507 |
| 2006 | 1383,290 |
| 2007 | 1367,995 |
| 2008 | 1670,436 |
| 2009 | 1638,058348 |
| 2010 | 1893,96621 |
| 2011 | 2314,231 |
| 2012 | 2503,992 |
| 2013 | 3220,274 |
| 2014 | 2691,736 |
| 2015 | 3036,624 |
| 2016 | 2653,631 |

Sumber : Departemen Perindustrian (2017)



Gambar 1.1 Perkembangan impor asam laktat di Indonesia

Gambar 1.1 didapatkan persamaan linear $y = 169,78x + 527,14$, apabila dilakukan pendekatan regresi linier, akan diperoleh:

$$y = 169,78x + 527,14$$

$$y = 169,78 (26) + 527,14$$

$$y = 4.941$$

Keterangan:

x = tahun

y = jumlah impor asam laktat di Indonesia (ton/tahun)

Kebutuhan konsumsi 2026 = 4.941 ton/tahun

Pabrik asam laktat direncanakan akan berdiri pada tahun 2026. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas maka dipilih kapasitas pabrik asam laktat yang direncanakan untuk memenuhi kebutuhan asam laktat di Indonesia sebesar 7.000 ton/tahun. Dengan kapasitas tersebut dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisa produksi dapat diekspor.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik akan menentukan kelangsungan hidup pabrik tersebut. Penentuan lokasi pabrik yang tepat dan ekonomis dapat menguntungkan pabrik tersebut. Perlu adanya pertimbangan dari berbagai faktor, guna memilih lokasi pendirian pabrik. Hal utama yang diperhatikan adalah suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan. Beberapa pertimbangan penentuan lokasi pabrik, antara lain:

1.3.1. Faktor Primer

Faktor yang secara langsung berpengaruh dalam kelancaran proses suatu industri. Faktor – faktor primer tersebut meliputi:

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan salah satu faktor terpenting dalam pemilihan lokasi pabrik. Bahan baku utama pembuatan asam laktat yaitu molase yang diperoleh dari Pabrik Gunung Madu Plantation, Lampung Tengah, dengan kapasitas 100.000 ton/tahun.

2. Pemasaran

Faktor pemasaran perlu diperhitungkan dalam pemilihan lokasi pabrik, sehingga dapat mengurangi biaya transportasi serta mudah dalam penjualan hasil produk.

Produk asam laktat banyak digunakan oleh industri kimia yang banyak tersebar di Sumatera dan Jawa. Secara astronomis, kawasan industri Tanjung Bintang Lampung

Selatan dekat dengan pelabuhan yang dapat digunakan sebagai lokasi penyeberangan untuk mensuplai asam laktat di kawasan industri di Pulau Jawa.

3. Sarana Transportasi

Transportasi merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan karena dengan adanya transportasi yang baik akan membantu kelancaran kerja pabrik dalam distribusi dan komunikasi. Lokasi pabrik berada di daerah kawasan industri yang mudah dijangkau oleh kendaraan-kendaraan besar karena dekat dengan jalan raya, disamping itu juga berdekatan dengan pelabuhan Bakauheni.

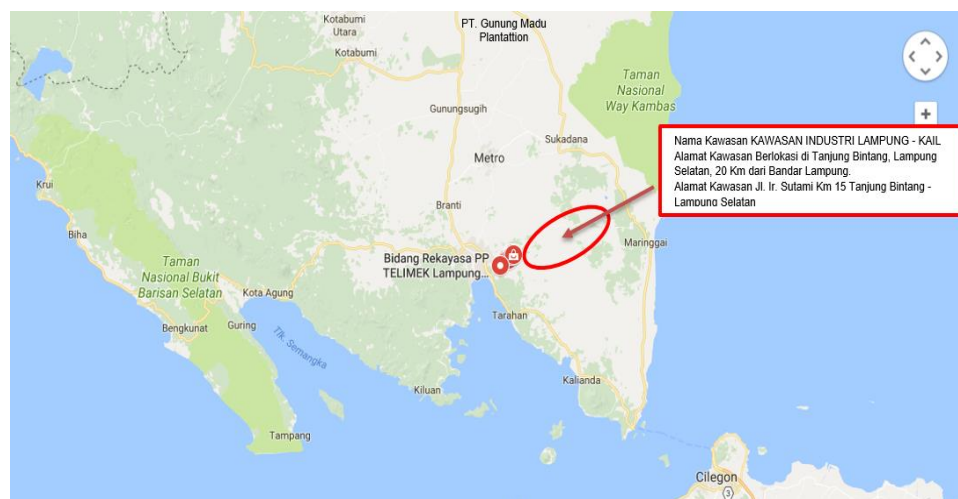
4. Tenaga Kerja

Daerah di sekitar pendirian pabrik, terdapat banyak lembaga pendidikan formal maupun non formal dimana dari lembaga-lembaga itu dihasilkan banyak tenaga ahli maupun non ahli. Maka dari itu untuk mendapatkan tenaga kerja lebih mudah. Sehingga dengan pendirian pabrik di kawasan industri Tanjung Bintang Lampung Selatan akan membuka lapangan kerja yang banyak menyerap tenaga ahli dan terampil, hal ini akan mengurangi pengangguran.

5. Utilitas

Kawasan industri Tanjung Bintang Lampung Selatan kebutuhan listrik telah disediakan oleh PLN, persediaan air untuk proses dapat diperoleh dari PDAM. Sebagai kawasan industri, kawasan tersebut infrastrukturnya memang telah disesuaikan dengan kebutuhan industri.

Gambar 1.2 Lokasi pendirian pabrik asam laktat



(Google map 2017)

1.3.2 Faktor Sekunder

Faktor sekunder merupakan faktor yang secara tidak langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder tersebut meliputi:

1. Perluasan Area Pabrik

Lokasi pendirian pabrik di kawasan industri Tanjung Bintang Lampung Selatan masih terdapat banyak lahan kosong, sehingga memungkinkan dalam perluasan area pabrik.

2. Kebijakan Pemerintah

Kawasan industri Tanjung Bintang Lampung telah dirancang sebagai kawasan industri Propinsi Lampung, oleh karena itu pemerintah daerah akan banyak memberikan kemudahan bagi industri baru yang akan didirikan di wilayahnya, terutama dalam hal pemberian izin, pajak, dan lain – lain yang menyangkut pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

1.4 Pemilihan Proses

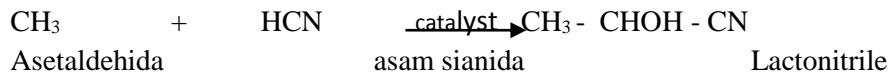
Pemilihan suatu proses didasarkan pada suatu proses yang memberikan nilai lebih dari segi teknik maupun ekonomis. Terdapat dua macam proses pembuatan asam laktat yaitu Metode Sintesis Kimia dan Metode Fermentasi (Zhang dan Jin, 2009).

1. Metode Sintesis Kimia

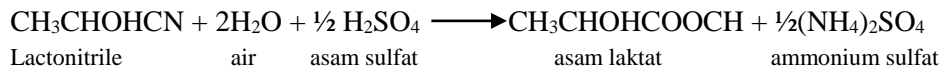
Pembuatan asam laktat dengan metode sintesis kimia melalui beberapa tahap. Tahap pertama terjadi reaksi antara hidrogen sianida dengan asetaldehid yang menghasilkan *lactonitrile*. Reaksi ini terjadi pada fase cair dengan tekanan yang tinggi. Selanjutnya *Lactonitrile* yang diproduksi dilakukan *recovery* dan dimurnikan dengan menggunakan alat destilasi. Proses selanjutnya ialah hidrolisis oleh asam sulfat hingga diperoleh produk asam laktat dan garam ammonium. Asam laktat selanjutnya dilakukan proses esterifikasi dengan menggunakan metanol menghasilkan metil laktat. Metil laktat tersebut lalu dihidrolisis dengan air, menghasilkan asam laktat dan metanol yang selanjutnya dilakukan *recycle*. (Kirk and Othmer, 1998).

Reaksi yang terjadi :

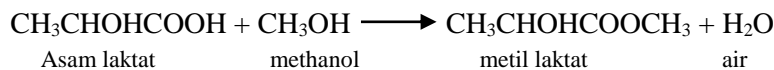
a. Penambahan Hidrogen sianida



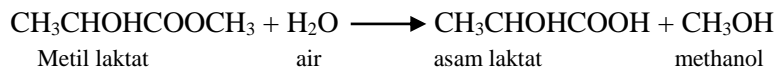
b. Hidrolisis oleh asam sulfat



c. Esterifikasi



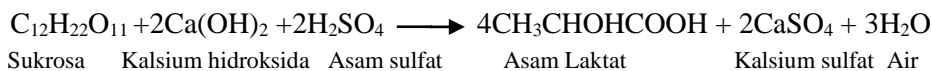
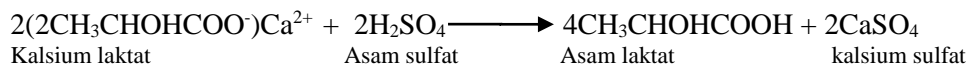
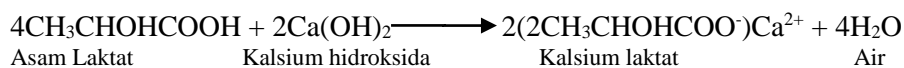
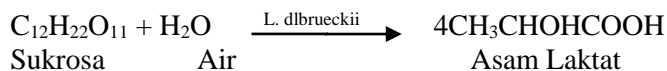
d. Hidrolisis oleh air



2. Metode Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu cara mengubah substrat menjadi produk tertentu yang dikehendaki dengan menggunakan bantuan mikroorganisme, seperti *Lactobacillus delbrueckii*, *L.bulgaricus*, dan *L. Leichmanii*. (Kirk and Othmer, 1998). Substratnya adalah sukrosa dan jasad reniknya adalah *Lactobacillus delbrueckii*.

Reaksi :



Pada awal proses, bahan baku molase difermentasi oleh bakteri *Lactobacillus delbrueckii*. Proses fermentasi berlangsung di dalam tangki fermentor dengan suhu 42°C, tekanan 1 atm dan pH= 5-6,5. Ke dalam tangki fermentor ditambahkan Ca(OH)₂ agar pH larutan tetap dalam kondisi operasi. Proses fermentasi ini berlangsung selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan pemisahan antara larutan produk fermentasi dengan material biomassa (bakteri dan nutrisi). Proses terakhir yaitu pemurnian asam laktat, larutan asam laktat dipisahkan dari air hingga didapatkan larutan asam laktat dengan kemurnian 88%.

Perbandingan proses produksi dilakukan untuk menentukan proses mana yang lebih efektif dan efisien dalam produksi asam laktat. Perbandingan proses pembuatan asam laktat melalui proses sintesis dan proses fermentasi dapat dilihat pada tabel 1.3 berikut:

Tabel 1.3 Perbandingan proses sintesis dan proses fermentasi

| Keterangan | Proses | |
|-----------------|---|----------------------------------|
| | Sintesis | Fermentasi |
| Mikroorganisme | - | <i>Lactobacillus delbrueckii</i> |
| Temperature | >72 °C | 45 °C |
| Tekanan | >1 atm | 1 atm |
| pH | <3 | 5-6,5 |
| Bahan baku | Acetaldehyde dan <i>hydrogen cyanide</i> | Molasse |
| Yield | 75-85 % | 95,6% |
| Biaya produksi | Mahal | Relatif murah |
| Proses produksi | Kompleks | Sederhana |

Sumber: Cinantya, 2015

Berdasarkan uraian di atas maka dalam pembuatan asam laktat dipilih metode fermentasi, dengan berbagai pertimbangan seperti di bawah ini:

1. Pembuatan asam laktat menggunakan bahan baku yang mudah didapat dan berlimpah
2. Proses relatif sederhana dan ramah lingkungan.
3. Kondisi operasi apabila ditinjau dari segi proses dan perancangan alat sangat menguntungkan. Hal ini sangat berpengaruh pada biaya yang dikeluarkan untuk proses dan perancangan alat.
4. Yield yang dihasilkan 95,6%

1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku :

a. Molase

Sifat Fisika :

- Rumus : C17-18H26-27O10N
- Bentuk : Cairan kental berwarna coklat kehitaman
- *Specific gravity* : 1,4
- Kelarutan dalam air : sangat larut
- pH : 5,5-5,6

Komposisi utama

- Sukrosa : 72%
- air : 28%

Sifat kimia :

Banyak mengandung karbohidrat sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku fermentasi alkohol atau fermentasi lain (Saputro, 2014).

b. Air

Sifat Fisika

- Rumus molekul : H₂O
- Berat molekul : 18,01 kg/kmol
- Titik didih : 100°C
- Titik beku : 0°C
- Tekanan kritis : 218 atm
- Temperatur kritis : 374,2°C
- *Specific gravity* : 1

Sifat Kimia :

Air merupakan pelarut universal karena dapat digunakan melarutkan berbagai zat kimia.

c. Bakteri *Lactobacillus delbrueckii*

Sifat fisika

- Wujud : padatan
- Berat molekul : 25,5 g/mol
- Densitas : 3340 kg/m³
- Suhu optimum : 42°C
- pH : 5 - 6,5

Sifat kimia

Lactobacillus delbrueckii dapat mengubah karbohidrat menjadi asam laktat dan dapat bekerja optimal pada suhu 42°C.

(www.agrotekno-lab.com)

2. Sifat fisika dan sifat kimia produk :

a. Asam Laktat

Sifat fisika :

- Wujud : Cairan
- Rumus molekul : CH₃CHOHCOOH

- Berat molekul : 90,08 g/mol
- Specific gravity : 1,249
- Titik didih : 173,85°C

(Perry, 1999)

Sifat kimia

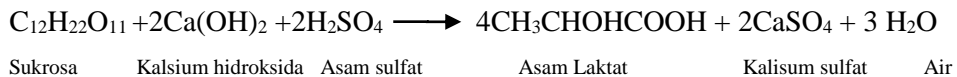
Asam laktat lebih larut dalam air daripada pelarut lainnya.

1.5.2. Proses Pembuatan yang Dipilih

a. Dasar reaksi dan Konversi

Prinsip pembuatan asam laktat dari molase dengan proses fermentasi adalah fermentasi sukrosa menjadi asam laktat. Proses fermentasi sukrosa menjadi asam laktat dilakukan dengan bantuan bakteri *Lactobacillus delbrueckii*.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



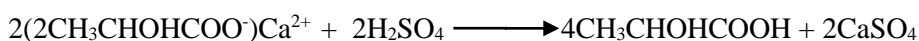
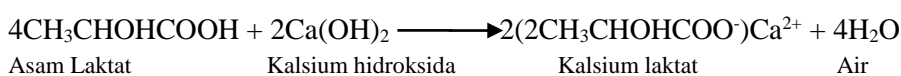
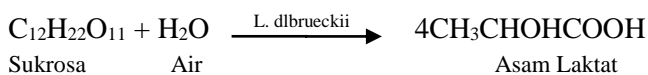
Kondisi operasi sangat menentukan jalannya proses untuk menghasilkan produk.

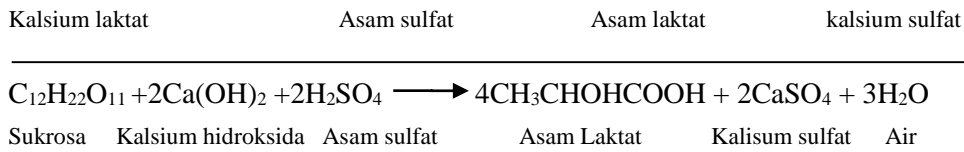
Kondisi Operasi pada prarancangan ini sebagai berikut :

- Suhu : 42°C
- Tekanan : 1 atm
- Fase reaksi : cair
- Waktu tinggal : 24 jam
- Biokatalis : Bakteri *Lactobacillus delbrueckii*
- Yield : 95,6%
- Konversi : 90%
- Konsentrasi substrat : 12%

b. Mekanisme Reaksi

Mekanisme reaksi yang terjadi untuk pembentukan asam laktat dari molase adalah sebagai berikut :





Pada tahap ini, konsentrasi sukrosa diencerkan hingga 12% kemudian difermentasi dengan bantuan bakteri *Lactobacillus delbrueckii* dan ditambah $Ca(OH)_2$ untuk menjaga pH dalam reaktor tetap terjaga sehingga terbentuk kalsium laktat. Kalsium laktat ditambah H_2SO_4 maka menghasilkan produk utama asam laktat dan produk samping kalsium sulfat.

c. Tinjauan Kinetika dan Termodinamika

Kinetika fermentasi batch diperlukan untuk merancang ukuran fermentor dan peralatannya. Hasil kinetika fermentasi batch akan memperkirakan kecepatan pertumbuhan dan pembentukan produk (Russel, 1987). Laju pertumbuhan sel μ (jam^{-1}) menurut Persamaan Monod (Keller and Dunn, 1987) :

$$\mu = \frac{\mu_{max} \cdot S}{S + K_s} \tag{1}$$

Substitusi Persamaan (1) maka didapatkan persamaan :

$$\frac{dX}{dt} = \mu_{max} \left(\frac{S}{S + K_s} \right) x \tag{2}$$

$$\frac{dX}{dt} = 0,831 \left(\frac{S}{12 + 0,73} \right) x$$

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{1}{Y_{x/s}} \mu_{max} \left(\frac{S}{S + K_s} \right) x \tag{3}$$

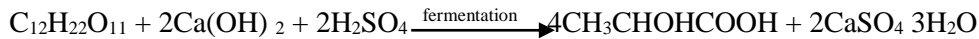
$$\frac{dS}{dt} = -\frac{1}{0,27} \left(\frac{S}{12 + 0,73} \right) x$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{1}{Y_{p/s}} \mu_{max} \left(\frac{S}{S + K_s} \right) x \tag{4}$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{1}{0,95,6} 0,831 \left(\frac{S}{12 + 0,73} \right) x$$

Dimana S adalah konsentrasi sukrosa (g/L). X adalah konsentrasi biomassa (g/L). K_s adalah konstanta Monod (g/L), μ_{max} adalah laju pertumbuhan spesifik maksimum (h^{-1}). $Y_{P/S}$ merupakan yield pembentukan asam laktat terhadap sukrosa (g asam laktat/ g sukrosa). $Y_{X/S}$ adalah yield biomassa terhadap substrat (g biomassa/ g sukrosa). Fase pembentukan sel paling aktif yaitu pada fase eksponensial yang mana akan digunakan untuk penentuan parameter kinetika.

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan arah reaksi (reversible/irreversible). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis dan bersifat (reversible/irreversible) dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f^0) dan ΔG_f^0 yang masing-masing komponen dengan $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$ dapat dilihat pada Tabel 1.4. Pada pembentukan asam laktat terjadi reaksi sebagai berikut :



Tabel 1.4 Data ΔH_f^0 dan ΔG_f^0 masing-masing komponen pada suhu 298 K

| Komponen | ΔH_f^0 (kJ/mol) | ΔG_f^0 (kJ/mol) |
|---|-------------------------|-------------------------|
| $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ | -2226,1 ^a | -1320,1 ^a |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | -985,2 ^b | -897,5 ^b |
| H_2O | -285,84 ^b | -237,1 ^b |
| H_2SO_4 | -735,13 ^b | -653,47 ^b |
| $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ | -621,00 ^c | -516,00 ^c |
| CaSO_4 | -1434,5 ^b | -1322,0 ^b |

Sumber : Daniel (a), CRS (b), Yaws (c)

Tabel 1.5 Data a,b dan c masing-masing komponen

| Komponen | a | B | c | D |
|--------------------------|------------------------|------------------------|---|---|
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | $89,5 \times 10^{-3}$ | - | - | - |
| H_2O | $75,4 \times 10^{-3}$ | - | - | - |
| H_2SO_4 | $139,1 \times 10^{-3}$ | $15,59 \times 10^{-5}$ | - | - |

Sumber : Felder, 2005

$$\begin{aligned} \Delta H_{fR} &= \Delta H_f^0 \text{ Produk} - \Delta H_f^0 \text{ reaktan} \\ &= (\Delta H_f^0 4\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} + \Delta H_f^0 2\text{CaSO}_4 + \Delta H_f^0 3\text{H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^0 \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \Delta H_f^0 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \Delta H_f^0 2\text{H}_2\text{SO}_4) \\ &= ((4 \times (-621)) + (2 \times (-1434,5)) + (3 \times (-237,1))) - ((-2226,1) + (2 \times (-985,2)) + (2 \times (-735,13))) \\ &= -543,64 \text{ kJ/mol K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} &= \int_{298,15}^{303} 0,90458 \text{ kJ/mol K} \\ &= 4,5229 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ Ca}(\text{OH})_2 &= \int_{298}^{303} 8,95 \times 10^{-2} \text{ kJ/mol K} \\ &= 0,4475 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\Delta H \text{ H}_2\text{SO}_4 = \int_{298}^{303} 13,91 \times 10^{-2} + 15,59 \times 10^{-5}$$

$$= 0,9297 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{cp} \text{ CH}_3\text{CHOHCOOH} = \text{CH}_3 + \text{CHOH} + \text{CO} + \text{OH}$$

$$= 36,82 + 76,15 + 52,97 + 44,77$$

$$= 210,71 \text{ J/mol K}$$

$$= 0,2107 \text{ kJ/mol K}$$

(perry, 7th edition)

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ CH}_3\text{CHOHCOOH} &= \int_{298}^{315} 0,2107 \\ &= 3,5821 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ Ca SO}_4 &= \int_{298}^{315} 0,09429 \\ &= 1,6029 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ H}_2\text{O} &= \int_{298}^{315} 75,4 \times 10^{-3} \\ &= 1,2818 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\Delta H \text{ total} = \Delta H \text{ reaktan} + \Delta H_{fR} + \Delta H \text{ produk}$$

$$\begin{aligned} &= (4,5229 + (2 \times 0,4475) + (2 \times 0,9297)) + (-543,64) + ((4 \times 3,5821) + (2 \times 1,6029) + \\ &\quad (3 \times 1,2818)) \\ &= -514,9831 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dari data di atas dapat dilihat bahwa harga $\Delta H < 0$ sehingga reaksi merupakan reaksi eksotermis.

Tinjauan secara termodinamika ditunjukkan untuk mengetahui sifat reaksi dan arah reaksi yang dapat diketahui melalui perhitungan. Dengan menggunakan data ΔG°_{f298} untuk tiap mol masing-masing komponen yang tersaji dalam Tabel 1.4, maka dapat dihitung ΔG°_R sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_R &= (\Delta G^\circ_{f \text{ Produk}} - \Delta G^\circ_{f \text{ reaktan}}) \\ &= (\Delta G^\circ_{f 4\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}} + \Delta G^\circ_{f \text{ CaSO}_4} + \Delta G^\circ_{f 3\text{H}_2\text{O}}) - (\Delta G^\circ_{f \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} + \Delta G^\circ_{f 2\text{Ca(OH)}_2} + \Delta G^\circ_{f 2\text{H}_2\text{SO}_4}) \\ &= ((4(-516) + (-1322) + (3(-237,1))) - ((-910) + (2(-897,5) + (2(-653,47)))) \\ &= -997260 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Dari persamaan Smith Van Ness :

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{R 298} &= -R T \ln K_{298} \\ \ln K &= \frac{\Delta G^\circ_{R 298}}{-R T} \end{aligned}$$

$$= \frac{-997260 \text{ J/mol}}{-8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \text{K} \times 298 \text{ K}}$$

$$K = 6,4575 \times 10^{174}$$

Dari nilai konstanta kesetimbangan pada keadaan standar 298 K, dihitung nilai konstanta kesetimbangan reaksi pada 315 K.

$$\ln \frac{K}{K^0} = - \frac{\Delta HR^0}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)$$

$$\ln \frac{K}{2,3544 \times 10^{64}} = - \frac{-5149831}{8,314} \left(\frac{1}{315} - \frac{1}{298} \right)$$

$$\frac{K}{2,3503 \times 10^{64}} = \exp(-11,2177)$$

$$K = 8,6749 \times 10^{169}$$

Harga konstanta kesetimbangan yang cukup besar, maka reaksi yang terjadi adalah reaksi *irreversible* (searah).

BAB II

SPEKIFIKASI BAHAN

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk :

2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku :

a. Molase

Rumus : C₁₇-18H₂₆-27O₁₀N

Bentuk : Cairan kental berwarna coklat kehitaman

Specific gravity : 1,4

Kelarutan dalam air: sangat larut

pH : 5,5-5,6

Komposisi utama

- sukrosa : 72%

- air : 28%

b. Air

-Rumus molekul : H₂O

-Berat molekul : 18,01 kg/kmol

-Wujud : Cair

-Titik didih : 100°C

-Titik beku : 0°C

-Tekanan kritis : 218 atm

-Temperatur kritis : 374,2°C

-*Specific gravity* : 1

-Densitas : 1 g/cm³

-Viskositas : 0,2838 kg/m.s

(Perry, 1999)

c. Bakteri *Lactobacillus delbrueckii*

-Wujud : padatan

-Berat molekul : 25,5 g/mol

-Densitas : 3340 kg/m³

-Suhu optimum : 42°C

-pH : 5 - 6,5

(www.agrotekno-lab.com)

2.1.3 Spesifikasi Bahan Penunjang

a. Kalsium Hidroksida

- Rumus kimia : Ca(OH)_2
- Berat molekul : 74,09 g/mol
- Densitas : 2,2 g/cm³
- Kapasitas panas (276 K): 21,4 cal/mol.K

(www.kurniamineral.com)

b. Malt

- Wujud : padatan
- Berat molekul : 23,9 g/mol
- Densitas : 4,376 g/cm³
- Titik didih : 495,27 °C

(www.centralpasificprima.com)

c. Diamonium Fosfat

- Rumus kimia : $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
- Berat molekul : 132,06 g/mol
- Wujud : Bubuk putih
- Densitas : 1,619 g/cm³
- Titik leleh : 155°C
- Tidak larut dalam alkohol dan aseton

(www.graha-chemical.com)

d. Asam sulfat

- Rumus kimia : H_2SO_4
- Berat molekul : 98,08 g/mol
- Wujud : cairan bening (tidak berwarna)
- Titik didih : 167 °C
- Kadar : 98%

(www.duniakimiautama.com)

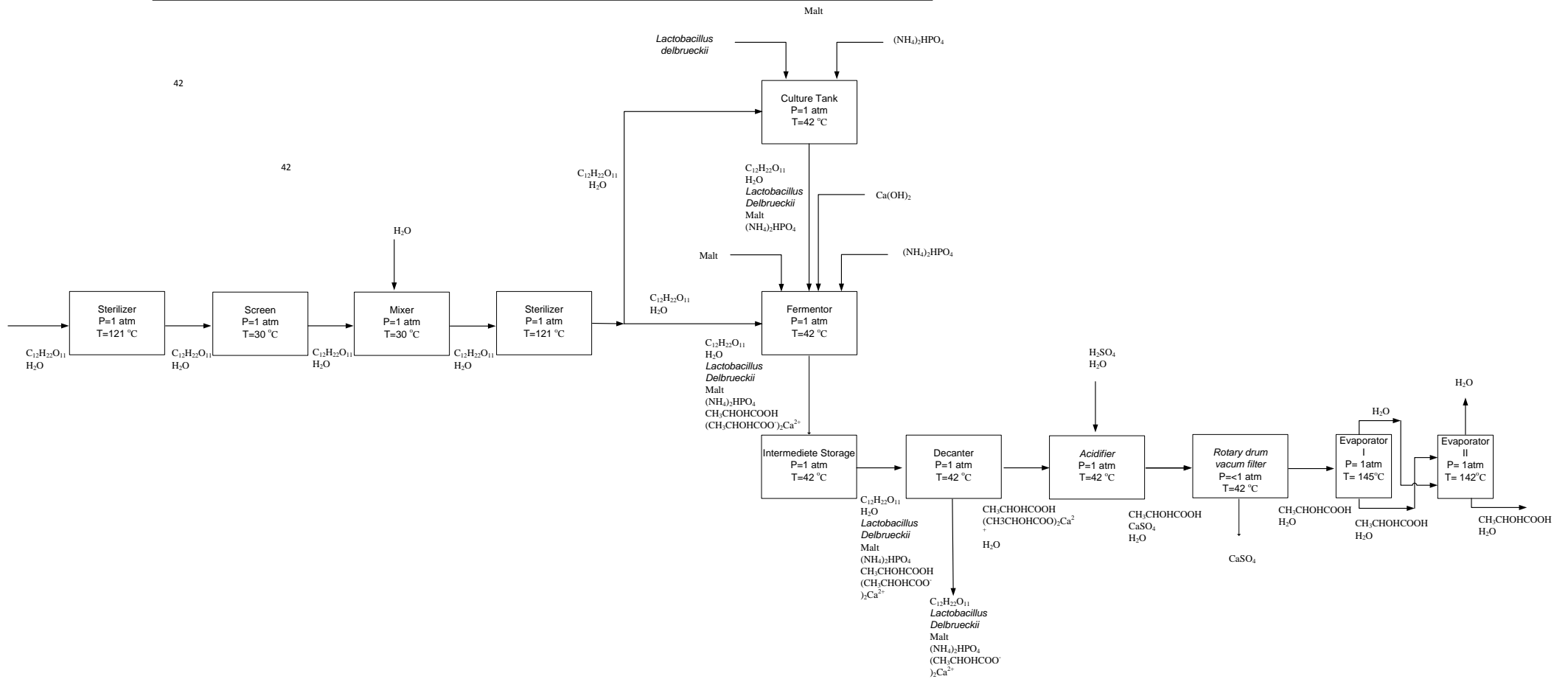
2.1.4 Spesifikasi Produk :

Asam Laktat

- Wujud : Cairan
- Rumus molekul : $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$
- Berat molekul : 90,08 g/mol

- Specific gravity : 1,249
- Titik didih : 173,85°C

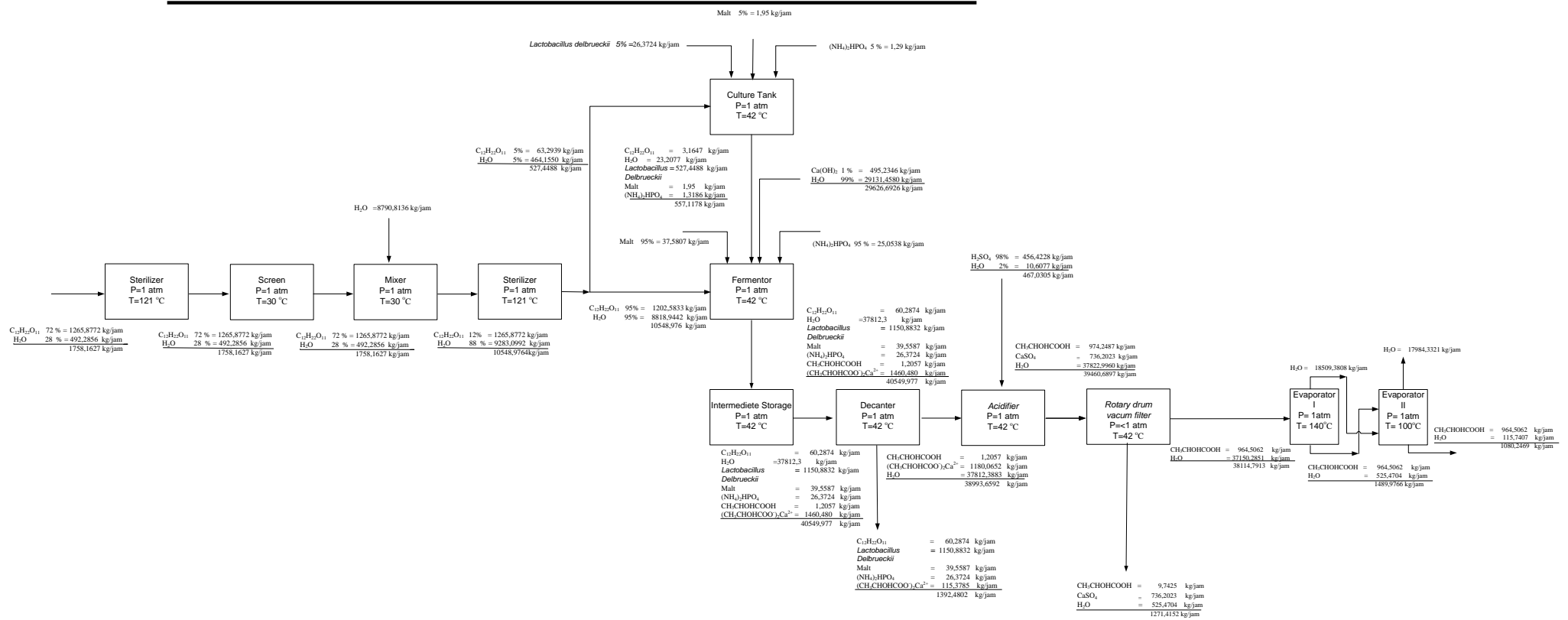
(Perry, 1999)



Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif



Prarancangan Pabrik Asam Laktat Dari Molase
Kapasitas 7.000 ton/tahun



Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif

3.1. Diskripsi Proses

Proses pembuatan asam laktat dilakukan secara batch. Pada akhir proses produksi dihasilkan asam laktat dengan kemurnian 88 % dengan 12 % sisanya adalah air. Pembuatan asam laktat dengan cara fermentasi secara garis besar terdiri dari:

- a. Pretreatment
- b. Fermentasi
- c. Pemisahan biomassa, sisa nutrisi, dan kotoran lain
- d. Pemurnian

1. Pretreatment

Tahap pretreatment ini dilakukan dengan molase disterilisasi dengan pemanasan suhu 90°C selama 15 menit pada *sterilizer-01* (M-110) untuk membunuh bakteri pengganggu (Zhang, 2009). Pemisahan padatan yang terkandung dalam molasse dengan menggunakan *filter press* (H-130), dimana seluruh padatan diasumsikan mengendap dan terpisah. Dilakukan pengenceran molase di dalam *mixer* (M-210) sehingga didapatkan kandungan sukrosa dengan konsentrasi 12%. Sebelum masuk proses fermentasi molase yang sudah diencerkan di sterilisasi lagi pada *sterilizer-02* (M-310) guna menghilangkan bakteri pengganggu dengan suhu dan waktu yang sama seperti sterilisasi pertama.

Proses pengembangbiakan bakteri *Lactobacillus delbrueckii* dilakukan di dalam *culture tank* (R-410) dengan menambahkan nutrisi seperti sukrosa sebagai sumber karbon sebanyak 5% yang dialirkan dari *sterilizer-02* (M-310), 5% malt, 5% $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Malt berfungsi sebagai sumber nutrisi dan nitrogen untuk mempercepat proses pembiakan bakteri (Narayanan, 2004). Diammonium fosfat dimanfaatkan sebagai sumber fosfat, sukrosa sebagai sumber karbon untuk bakteri *Lactobacillus delbrueckii*. Proses ini dilakukan selama 24 jam (Atkinson, 1983).

2. Fermentasi

Larutan molasse sebesar 95% dari *sterilizer-02* (M-310) dialirkan menuju *fermentor* (R-510). Proses fermentasi berlangsung di dalam tangki fermentor dengan menggunakan bakteri biakan *Lactobacillus delbruecki* dari *culture tank* (R-410). Ditambahkan juga malt dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ serta larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk mempertahankan pH agar tidak berubah-ubah menjadi semakin rendah, karena kondisi hidup bakteri harus dipertahankan pada pH optimumnya yaitu pada pH 5-6,

sehingga dihasilkan juga kalsium laktat dan air (H₂O) dari proses fermentasi. Fermentasi berlangsung selama 24 jam pada temperatur 42°C, tekanan 1 atm.

Bakteri *Lactobacillus delbrueckii* dipilih karena dapat memproduksi asam laktat paling tinggi dengan menggunakan substrat yang mengandung senyawa gula tanpa perlakuan awal (hidrolisis) (Tokiwa and Calabia 2007).

3. Pemisahan biomassa, sisa nutrisi, dan kotoran lain

Produk hasil fermentasi dialirkan menuju *decanter* (H-610) untuk dipisahkan dari *Lactobacillus delbrueckii*, C₁₂H₂₂O₁₁ sisa, (CH₃CHOHCOO)₂Ca²⁺ (Kalsium laktat).

4. Pengasaman

Larutan hasil *decanter* (H-610) masuk ke dalam *acidifier* (R-710). Dalam tangki ini terjadi reaksi antara Kalsium laktat yang terbentuk dari hasil fermentasi dengan H₂SO₄ yang ditambahkan, sehingga akan terbentuk asam laktat dan endapan CaSO₄.

5. Pemisahan Kalsium sulfat

Larutan asam laktat dan endapan CaSO₄ yang terbentuk di *acidifier* (R-710), kemudian dialirkan ke dalam *rotary drum vacuum filter* (H-810) untuk memisahkan endapan CaSO₄ dengan larutan asam laktat. Selanjutnya larutan asam laktat tersebut kemudian dimurnikan.

6. Pemurnian

Larutan asam laktat yang berasal dari *rotary drum vacuum filter* (H-810) masih mengandung asam laktat dan air diumpankan ke dalam *evaporator dooble effect* untuk memisahkan asam laktat dan air. Dalam *evaporator effect I* (V-910) diuapkan sampai 140°C, untuk *evaporator effect II* (V-911) larutan diuapkan sampai 138°C. Pada temperatur tersebut air akan menguap sementara asam laktat dalam bentuk cair keluar sebagai produk dengan kemurnian 88 %.

BAB IV

NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

4.1 NERACA MASSA

Hasil perhitungan neraca massa pembuatan asam laktat dari molase dengan kapasitas 7.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Waktu kerja/tahun : 300 hari/tahun

Satuan operasi : kg/jam

$$\begin{aligned} \text{Laju produksi} &= \frac{7.000 \text{ ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{\text{tahun}}{300 \text{ hari}} \times \frac{\text{hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 1080,2469 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Komponen produk :

$$\begin{aligned} \text{CH}_3\text{CHOHCOOH} &= 88\% \times 1080,2469 = 950,68 \text{ kg/jam} \\ \text{H}_2\text{O} &= 12\% \times 1080,2469 = 129,63 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Komponen umpan masuk :

$$\begin{aligned} \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} &= 72\% \text{ berat} \\ \text{H}_2\text{O} &= 28\% \text{ berat} \end{aligned}$$

a. Sterilizer 1 (M-110)

Fungsi : Membunuh bakteri pengganggu

Tabel. 4.1 Neraca massa di sterilizer

| Komponen | Input (kg/jam) | Output(kg/jam) |
|---|------------------|------------------|
| | Arus 1 | Arus 2 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 1265,8772 | 1265,8772 |
| H ₂ O | 492,2856 | 492,2856 |
| Total | 1758,1627 | 1758,1627 |

b. Tangki Penyimpan Molase (F-120)

Tabel. 4.2 Neraca massa di tangki penyimpanan molase

| Komponen | Input (kg/jam) | Output(kg/jam) |
|---|------------------|------------------|
| | Arus 2 | Arus 3 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 1265,8772 | 1265,8772 |
| H ₂ O | 492,2856 | 492,2856 |
| Total | 1758,1627 | 1758,1627 |

c. Filter Press (H-130)

Fungsi : Memisahkan padatan yang terdapat dalam molase

Tabel. 4.3 Neraca massa di screen

| Komponen | Input (kg/jam) | | Output(kg/jam) | |
|---|------------------|--|------------------|--|
| | Arus 3 | | Arus 4 | |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 1265,8772 | | 1265,8772 | |
| H ₂ O | 492,2856 | | 492,2856 | |
| Total | 1758,1627 | | 1758,1627 | |

d. Mixer (M-210)

Fungsi : Mengencerkan molase dari konsentrasi 72% menjadi 12%

Tabel. 4.4 Neraca massa di mixer 1

| Komponen | Input (kg/jam) | | Output(kg/jam) | |
|---|-------------------|-----------|-------------------|--|
| | Arus 4 | Arus 5 | Arus 6 | |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 1265,8772 | | 1265,8772 | |
| H ₂ O | 492,2856 | 8790,8136 | 9283,0992 | |
| Sub total | 1758,1627 | 8790,8136 | 10548,9764 | |
| Total | 10548,9764 | | 10548,9764 | |

e. Sterilizer II (M-310)

Fungsi : Membunuh bakteri pengganggu dengan suhu 90°C

Tabel. 4.5 Neraca massa di sterilizer II

| Komponen | Input (kg/jam) | | Output(kg/jam) | |
|---|-------------------|--|-------------------|-----------|
| | Arus 6 | | Arus 7 | Arus 8 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 1265,8772 | | 63,2939 | 1202,5833 |
| H ₂ O | 9283,0992 | | 464,1550 | 8818,9442 |
| Total | 10548,9764 | | 10548,9764 | |

f. Culture Tank (R-410)

Fungsi : Mengembangbiakkan bakteri *Lactobacillus Delburekii*

Tabel. 4.6 Neraca massa di culture tank

| Komponen | Input (kg/jam) | | | | Output (kg/jam) |
|--|----------------|-----------------|---------|---------|-----------------|
| | Arus 7 | Arus 9 | Arus 10 | Arus 11 | Arus 12 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 63,2939 | | | | 3,1647 |
| H ₂ O | 464,1550 | 0,02 | 0,03 | 0,0026 | 23,2077 |
| Malt | | 1,95 | | | 1,95 |
| (NH ₄) ₂ HPO ₄ | | | 1,29 | | 1,3186 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | | | | 26,3698 | 527,4488 |
| Sub total | 527,4488 | 1,97 | 1,31 | 26,3724 | |
| Total | | 557,1178 | | | 557,1178 |

g. Mixer (M-540)

Fungsi : Mecampurkan CaO dengan H₂O

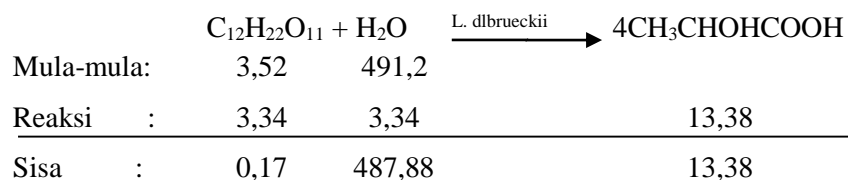
Tabel. 4.7 Neraca massa di mixer

| Komponen | Input (kg/jam) | | Output(kg/jam) |
|---------------------|-------------------|------------|-------------------|
| | Arus 13 | Arus 14 | Arus 15 |
| Ca(OH) ₂ | 495,2346 | | 495,2346 |
| H ₂ O | | 29131,4580 | 29131,4580 |
| Sub total | 495,2346 | 29131,4580 | 29626,6926 |
| Total | 29626,6926 | | 29626,6926 |

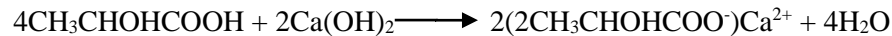
h. Fermentor (Reaktor, R-510)

Fungsi : Tempat proses fermentasi molase dengan *Lactobacillus delbrueckii* pada suhu 42°C tekanan 1 atm.

Reaksi 1 dengan konversi 95% (Aksu, 1986) :



Reaksi II dengan konversi 99,99%



| | | | | |
|------------|--------|------|------|-------|
| Mula-mula: | 13,38 | 6,69 | | |
| Reaksi | :13,37 | 6,69 | 6,69 | 13,37 |
| Sisa | :0,01 | 0 | 6,69 | 13,37 |

Tabel. 4.8 Neraca massa di fermentor

| Komponen | Input (kg/jam) | | | | | Output (kg/jam) |
|---|----------------|----------|------------------|---------|---------|------------------|
| | Arus 8 | Arus 12 | Arus 15 | Arus 16 | Arus 17 | Arus 18 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 1202,5833 | 3,1647 | | | | 60,2874 |
| H ₂ O | 8818,9442 | 23,2077 | 29131,4580 | 0,3757 | 0,501 | 37812,3 |
| Malt | | 1,95 | | 37,205 | | 39,5587 |
| (NH ₄) ₂ HPO ₄ | | 1,3186 | | | 24,5527 | 26,3724 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | | 527,4488 | | | | 1150,8832 |
| Ca(OH) ₂ | | | 495,2346 | | | |
| CH ₃ CHOHCOOH | | | | | | 1,2057 |
| (CH ₃ CHOHCOO) ₂ Ca ²⁺ | | | | | | 1460,48 |
| Sub total | 10548,976 | 527,4488 | 29131,4580 | 37,5807 | 25,0538 | 40549,977 |
| Total | | | 40549,977 | | | 40549,977 |

i. Intermediete Storage (F-560)

Fungsi : Menampung hasil fermentasi sementara

Tabel. 4.9 Neraca massa di Intermediete storage

| Komponen | Input (kg/jam) | Output (kg/jam) |
|---|------------------|------------------|
| | Arus 18 | Arus 19 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 60,2874 | 60,2874 |
| H ₂ O | 37812,3 | 37812,3 |
| Malt | 39,5587 | 39,5587 |
| (NH ₄) ₂ HPO ₄ | 26,3724 | 26,3724 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | 1150,883 | 1150,883 |
| CH ₃ CHOHCOOH | 1,2057 | 1,2057 |
| (CH ₃ CHOHCOO) ₂ Ca ²⁺ | 1460,48 | 1460,48 |
| Sub total | 40549,977 | 40549,977 |
| Total | 40549,977 | 40549,977 |

j. Decanter (H-610)

Fungsi : Memisahkan $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2\text{Ca}^{2+}$, *Lactobacillus delbrueckii*, dan $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ sisa

Tabel. 4.10 Neraca panas decanter

| Komponen | Input (kg/jam) Arus 19 | Output (kg/jam) | |
|---|---------------------------|------------------|------------|
| | | Arus 21 | Arus 20 |
| $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ | 60,2874 | 60,2874 | |
| H_2O | 37812,3 | | 37812,3883 |
| Malt | 39,5587 | 39,5587 | |
| $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ | 26,3724 | 26,3724 | |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | 1150,883 | 1150,883 | |
| $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ | 1,2057 | | 1,2057 |
| $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2\text{Ca}^{2+}$ | 1460,48 | 115,3785 | 1180,0652 |
| Sub total | 40549,977 | 1392,4802 | 38993,6592 |
| Total | 40549,977 | 40549,977 | |

k. Acidifier (R-710)

Fungsi : Mereaksikan H_2SO_4 dengan $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2\text{Ca}^{2+}$ sehingga terbentuk asam laktat dan endapan CaSO_4 .

Tabel. 4.11 Neraca massa acidifier

| Komponen | Input (kg/jam) | | Output(kg/jam) |
|---|-------------------|----------|-------------------|
| | Arus 20 | Arus 22 | Arus 23 |
| $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ | 1,2057 | | 974,2487 |
| $(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2\text{Ca}^{2+}$ | 1180,0652 | | |
| H_2SO_4 | | 456,4228 | |
| H_2O | 37812,3883 | 10,6077 | 37822,9960 |
| CaSO_4 . | | | 736,2023 |
| Sub total | 37812,3883 | 467,0305 | 39460,6897 |
| Total | 39460,6897 | | 39460,6897 |

l. Rotary drum vacum filter (H-330)

Fungsi : Memisahkan endapan CaSO_4 . dari $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$

Tabel. 4.12 Neraca massa rotary drum vacum filter

| Komponen | Input (kg/jam) | | Output (kg/jam) | |
|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|-----------|
| | Arus 23 | Arus 24 | Arus 25 | Arus 26 |
| $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ | 974,2487 | | 964,5062 | 9,7425 |
| H_2O | 37822,9960 | 147,2405 | 37150,2851 | 525,4704 |
| CaSO_4 . | 736,2023 | | | 736,2023 |
| Sub total | 39460,6897 | 147,2405 | 38114,7913 | 1271,4152 |
| Total | 39607,9302 | | 39607,9302 | |

m. Evaporator (V-910)

Fungsi : Memekatkan $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ menjadi 88%

Tabel. 4.13 Neraca massa evaporator

| Komponen | Input (kg/jam) | | Output (kg/jam) | |
|------------------------------|-------------------|------------|-------------------|-----------|
| | Arus 25 | Arus 27 | Arus 29 | Arus 30 |
| $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ | 964,5062 | | | 964,5062 |
| H_2O | 37150,2851 | 18509,3808 | 17984,3321 | 115,7407 |
| Sub total | 38114,7913 | 18509,3808 | 17984,3321 | 1080,2469 |
| Total | 38114,7913 | | 38114,7913 | |

Neraca Massa Total

| Komponen | Input (kg/jam) | | | | | |
|---|----------------|-----------|--------|---------|---------|---------|
| | Arus 1 | Arus 5 | Arus 9 | Arus 10 | Arus 11 | Arus 16 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 1265,8772 | | | | | |
| H ₂ O | 492,2856 | 8790,8136 | | | | |
| Malt | | | 1,9779 | | | 37,5807 |
| (NH ₄) ₂ HPO ₄ | | | | 1,3186 | | |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | | | | | 26,3724 | |
| CH ₃ CHOHCOOH | | | | | | |
| (CH ₃ CHOHCOO) ₂ Ca ²⁺ | | | | | | |
| H ₂ SO ₄ | | | | | | |
| Ca(OH) ₂ | | | | | | |
| CaSO ₄ . | | | | | | |
| Sub total | 1758,1627 | 8790,8136 | 1,9779 | 1,3186 | 26,3724 | 37,5807 |
| Total | | | | | | |

| Komponen | Input (kg/jam) | | | |
|---|----------------|-------------------|----------|----------|
| | Arus 17 | Arus 15 | Arus 22 | Arus 24 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | | | | |
| H ₂ O | | 29131,4580 | 10,6077 | 147,2405 |
| Malt | | | | |
| (NH ₄) ₂ HPO ₄ | 25,0538 | | | |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | | | | |
| CH ₃ CHOHCOOH | | | | |
| (CH ₃ CHOHCOO) ₂ Ca ²⁺ | | | | |
| H ₂ SO ₄ | | | 456,4228 | |
| Ca(OH) ₂ | | 495,2346 | | |
| CaSO ₄ . | | | | |
| Sub total | 25,0538 | 29131,4580 | 467,0305 | 147,2405 |
| Total | | 39919,9722 | | |

| Komponen | Output (kg/jam) | | | | |
|----------------------------------|-----------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Arus 21 | Arus 26 | Arus 27 | Arus 29 | Arus 31 |
| $C_{12}H_{22}O_{11}$ | 60,2874 | | | | |
| H_2O | | 525,4704 | 18509,3808 | 17984,3321 | 115,7407 |
| Malt | 39,5587 | | | | |
| $(NH_4)_2HPO_4$ | 26,3724 | | | | |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | 1150,883 | | | | |
| $CH_3CHOHCOOH$ | | 9,7425 | | | 964,5062 |
| $(CH_3CHOHCOO)_2Ca^{2+}$ | 115,3785 | | | | |
| H_2SO_4 | | | | | |
| $Ca(OH)_2$ | | 495,2346 | | | |
| $CaSO_4$ | | 736,2023 | | | |
| Sub total | 1392,4802 | 1271,4152 | 18509,3808 | 17984,3321 | 1080,2469 |
| Total | | 39919,9722 | | | |

4.2 NERACA PANAS

Kapasitas Panas bahan dipengaruhi suhu, $C_p=f(T)$ mengikuti persamaan:

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

$$\int C_p dT = A(T - 298) + B/2(T^2 - 298^2) + C/3(T^3 - 298^3) + D/4(T^4 - 298^4)$$

Keterangan :

C_p = kapasitas panas(J/mol K)

Satuan Panas(energi) = kJ

Suhu referensi = $T_{ref} = 298$ K

Kapasitas Panas (joule/mol K)

Tabel 4.2.1 Tabel kapasitas panas

| Komponen | n | Δc_p (J/mol K) |
|---------------------------------|---|------------------------|
| CHOH | 5 | 76,1500 |
| CH ₂ OH | 3 | 73,2200 |
| COH | 2 | 111,2900 |
| CO | 1 | 52,9700 |
| CH | 1 | 20,9200 |
| $\Delta c_p C_{12}H_{22}O_{11}$ | | 896,8800 |

(Perry's 7th hal 395)

| Komponen | n | Δc_p (J/mol K) |
|---------------------------|---|------------------------|
| CH ₃ | 1 | 36,8200 |
| CHOH | 1 | 76,1500 |
| CO | 1 | 52,9700 |
| OH | 1 | 44,7700 |
| $\Delta c_p CH_3CHOHCOOH$ | | 210,7100 |

(Perry's 7th hal 395)

| Komponen | n | ΔE (J/mol K) |
|-----------------|---|----------------------|
| ΔE_{Ca} | 1 | 28,2500 |
| ΔE_S | 1 | 12,3600 |
| $4\Delta E_O$ | 4 | 13,4200 |
| $C_p Ca SO_4$ | | 94,2900 |

(Perry's 7th hal 395)

| Komponen | N | ΔE (J/mol K) |
|-----------------------|---|----------------------|
| ΔE N | 2 | 18,7400 |
| ΔE H | 9 | 7,5600 |
| ΔE P | 1 | 26,6300 |
| ΔE O | 4 | 13,4200 |
| C_p $(NH_4)_2HPO_4$ | | 185,8300 |

(Perry's 7th hal 395)

| Komponen | N | ΔE (J/mol K) |
|---------------------------------|----|----------------------|
| ΔE C | 6 | 10,8900 |
| ΔE H | 10 | 7,5600 |
| ΔE O | 6 | 13,4200 |
| ΔE Ca | 2 | 28,2500 |
| C_p $(2CH_3CHOHCOO^-)Ca^{2+}$ | | 277,9600 |

(Perry's 7th hal 395)

| Komponen | N | ΔE (J/mol K) |
|------------------|---|----------------------|
| ΔE Ca | 1 | 28,2500 |
| ΔE H | 2 | 7,5600 |
| ΔE O | 2 | 13,4200 |
| C_p $Ca(OH)_2$ | | 70,2100 |

(Perry's 7th hal 395)

| Komponen | C_p (Kkal/Kg K) | C_p (J/mol K) |
|----------|-------------------|-----------------|
| Malt | 0,4 | 0,175179916 |

(Hough et al, 1975)

| Komponen | C_p (J/mol K) |
|---------------|-----------------|
| L.delbrueckii | 0,71 |

(Electronic journal,2004)

| Komponen | A | B | C | D |
|------------------|-----------|------------|------------|-----------|
| H ₂ O | 9,21,E+01 | -4,00,E-02 | -2,11,E-04 | 5,35,E-07 |

(Yaws, 1999)

| Komponen | A | B | C | D |
|--------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| H ₂ SO ₄ | 2,60,E+01 | 7,03,E-01 | -1,39,E-03 | 1,03,E-06 |

(Yaws, 1999)

Tabel neraca panas dari masing-masing alat berikut telah dihitung berdasarkan data-data diatas dan neraca massa aktual.

a. **Sterilizer (M-110)**

Fungsi : Membunuh bakteri pengganggu dengan menggunakan steam suhu
150 °C

Tabel 4.2.2 Neraca Panas *Sterilizer*

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output(kJ/jam) |
|---|--------------------|--------------------|
| | Arus 1 | Arus 2 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 16583,9893 | 318412,5955 |
| H ₂ O | 10324,3988 | 197905,5122 |
| Sub total | 26908,3881 | 516318,1077 |
| Beban pemanas | 48909,7195 | |
| Total | 516318,1077 | 516318,1077 |

b. **Cooler (E-121)**

Fungsi : mendinginkan molase dari suhu 90°C menjadi 30°C dengan pendingin
air 20 °C

Tabel 4.2.3 Neraca Panas *Cooler*

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output(kJ/jam) |
|---|--------------------|--------------------|
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 318412,5955 | 16583,99 |
| H ₂ O | 197905,5122 | 10324,40 |
| Sub total | 516318,1077 | 26908,3881 |
| Beban pendingin | | 48909,7195 |
| Total | 516318,1077 | 516318,1077 |

c. **Filter Press (H-130)**

Fungsi : Memisahkan padatan yang terdapat dalam molase

Tabel. 4.2.5 Neraca panas di *filter press*

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output(kJ/jam) |
|---|-------------------|-------------------|
| | Arus 3 | Arus 4 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 16583,99 | 16583,99 |
| H ₂ O | 10324,40 | 10324,40 |
| Total | 26908,3881 | 26908,3881 |

d. **Mixer (M-210)**

Fungsi : Mengencerkan molase dari konsentrasi 72% menjadi 12%

Tabel. 4.2.6 Neraca panas di mixer

| Komponen | Input (kJ/jam) | | Output(kJ/jam) |
|---|-------------------|------------------|------------------|
| | Arus 4 | Arus 5 | Arus 6 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 16583,99 | | 16583,99 |
| H ₂ O | 10324,40 | 184364,26 | 211697,36 |
| Sub total | 26908,3881 | 184364,26 | 228281,35 |
| Panas yang dikeluarkan | | | -17008,6 |
| Total | 211272,65 | | 211272,65 |

e. **Sterilizer II (M-310)**

Fungsi : Membunuh bakteri pengganggu dengan suhu 90°C dengan menggunakan steam suhu 150 °C

Tabel. 4.2.7 Neraca panas di sterilizer II (M-220)

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output(kJ/jam) | |
|---|--------------------|--------------------|-------------|
| | Arus 6 | Arus 7 | Arus 8 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 16583,99 | 15920,63 | 302491,9657 |
| H ₂ O | 211697,36 | 18659,6626 | 354533,5890 |
| Sub total | 228281,35 | 34580,2924 | 657025,554 |
| Beban pemanas | 461874,5484 | | |
| Total | 691605,8471 | 691605,8471 | |

f. **Culture Tank (R-410)**

Fungsi : Mengembangbiakkan bakteri *Lactobacillus Delburekii* pada suhu 42°C

Tabel. 4.6 Neraca panas di culture tank

| Komponen | Input (kJ/jam) | | | | Output (kJ/jam) |
|--|----------------|-------------------|---------|---------|-------------------|
| | Arus 7 | Arus 9 | Arus 10 | Arus 11 | Arus 12 |
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 5638,5564 | | | | 3811,7400 |
| H ₂ O | 66092,8474 | | | | 44679,6544 |
| Malt | | 0,2465 | | | 6750,9167 |
| (NH ₄) ₂ HPO ₄ | | | 31,5447 | | 852,9867 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | | | | 12,4830 | 6,664 |
| Sub total | 71731,4038 | 0,2465 | 31,5447 | 12,4830 | |
| Total | | 71775,6779 | | | 71775,6779 |

g. **Mixer (M-240)**

Fungsi : Mecampurkan CaO dengan H₂O

Tabel. 4.7 Neraca massa di mixer

| Komponen | Input(kJ/jam) | Output(kJ/jam) |
|------------------------------|-----------------|-----------------|
| | Arus 13 | Arus 15 |
| Ca(OH) ₂ | 2347,13 | 2730 |
| H ₂ O | 568144,35 | 854472,68 |
| Sub total | 57091,48 | 857202,68 |
| Pans yang dikeluarkan | | -286711,2 |
| Total | 57091,48 | 57091,48 |

h. **Fermentor (Reaktor, R-510)**

Fungsi : Tempat proses fermentasi molase dengan biakan *Lactobacillus delbrueckii* pada suhu 42°C

Tabel. 4.8 Neraca panas di fermentor

| Komponen | Input (kJ/jam) | | | | | Output (kJ/jam) |
|----------------------------------|----------------|-------------------|------------|---------|---------|-------------------|
| | Arus 8 | Arus 12 | Arus 15 | Arus 16 | Arus 17 | Arus 18 |
| $C_{12}H_{22}O_{11}$ | 53566,2856 | 3811,7400 | | | | 2685,3625 |
| H_2O | 512387,1246 | 44679,6544 | 854472,68 | | | 2196927,47 |
| Malt | | 6750,9167 | | 0,2465 | | |
| $(NH_4)_2HPO_4$ | | 852,9867 | | | 599,35 | |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | | 6,664 | | | | 134,4077 |
| $Ca(OH)_2$ | | | 2730 | | | |
| $CH_3CHOHCOOH$ | | | | | | |
| $(CH_3CHOHCOO)_2Ca^{2+}$ | | | | | | 31625,287 |
| Sub total | 565953,4102 | 56095,2978 | 29131,4580 | 0,2465 | 599,35 | 2231372,53 |
| Panas reaksi | 1339167,6179 | | | | | |
| Beban pendingin | | | | | | 11415,6329 |
| Total | | 2345888,16 | | | | 2345888,16 |

i. **Intermediete Storage (F-560)**

Fungsi : Menampung hasil fermentasi sementara

Tabel. 4.9 Neraca panas di Intermediete storage

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|----------------------------------|----------------|-----------------|
| | Arus 18 | Arus 19 |
| $C_{12}H_{22}O_{11}$ | 2685,3625 | 2685,3625 |
| H_2O | 2196927,47 | 2196927,47 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | 134,4077 | 134,4077 |
| $(CH_3CHOHCOO)_2Ca^{2+}$ | 31625,287 | 31625,287 |
| Sub total | 2231372,53 | 2231372,53 |
| Total | 2231372,53 | 2231372,53 |

j. **Decanter (H-610)**

Fungsi : Memisahkan $(CH_3CHOHCOO)_2Ca^{2+}$, *Lactobacillus delbrueckii*, dan $C_{12}H_{22}O_{11}$ sisa dari $CH_3CHOHCOOH$

Tabel. 4.10 Neraca panas decanter

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|----------------------------------|------------------|------------------|
| $C_{12}H_{22}O_{11}$ | 789,8125 | 789,8125 |
| H_2O | 795468,6375 | 795468,6375 |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> | 160,2210 | 5,5072 |
| $(CH_3CHOHCOO)_2Ca^{2+}$ | 9301,5550 | 7683,5625 |
| Sub total | 805720,23 | 805720,23 |
| Total | 805720,23 | 805720,23 |

k. **Acidifier (R-710)**

Fungsi : Mereaksikan H_2SO_4 dengan $(CH_3CHOHCOO)_2Ca^{2+}$ sehingga terbentuk asam laktat dan endapan $CaSO_4$.

Tabel. 4.11 Neraca massa acidifier

| Komponen | Input (kg/jam) | | Output(kg/jam) |
|--------------------------|-------------------|-----------|--------------------|
| | Arus 20 | Arus 22 | Arus 23 |
| $CH_3CHOHCOOH$ | | | 11394,5346 |
| $(CH_3CHOHCOO)_2Ca^{2+}$ | 7515,6016 | | |
| H_2SO_4 | | 3264,6925 | |
| H_2O | 793015,6904 | 222,4690 | 37822,9960 |
| $CaSO_4$. | | | 2549,4534 |
| Sub total | 800531,2920 | 3487,1616 | 807182,1474 |
| Panas reaksi | 2755570,5628 | | |
| | | | 2752406,86 |
| Total | 3559589,01 | | 3559589,01 |

l. **Rotary drum vacuum filter (H-810)**

Fungsi : Memisahkan endapan $CaSO_4$.dari $CH_3CHOHCOOH$

Tabel. 4.12 Neraca panas rotary drum vacuum filter

| Komponen | Input (kJ/jam) | | Output (kJ/jam) | |
|------------------|--------------------|-----------|--------------------|-------------|
| | | | | |
| $CH_3CHOHCOOH$ | 11394,5346 | | 113,9453 | 11280,5892 |
| H_2O | 37822,9960 | 3087,9827 | 11020,3643 | 779129,8124 |
| $CaSO_4$. | 2549,4534 | | 2549,4534 | |
| Sub total | 807182,1474 | 3087,9827 | 13683,7631 | 790410,4017 |
| Total | 810270,1301 | | 810270,1301 | |

m. **Evaporator (V-910)**

Fungsi : Memekatkan $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ menjadi 88%

Tabel. 4.13 Neraca massa evaporator

| Komponen | Input (kg/jam) | Output (kg/jam) |
|------------------------------|--------------------|--------------------|
| $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ | 779129,8124 | 733,9206 |
| H_2O | 11280,5892 | 93706,5293 |
| Sub total | 790410,4017 | 93706,5293 |
| Panas steam | -1179945 | |
| Total | 500874,8978 | 500874,8978 |

n. **Cooler II (E-921)**

Fungsi : mendinginkan molase dari suhu 138°C menjadi 30°C dengan pendingin air 20°C

o. Tabel 4.2.3 Neraca Panas Cooler

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output(kJ/jam) |
|------------------------------|----------------|----------------|
| $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ | 733,9206 | 11280,59 |
| H_2O | 224861,743 | 2427,36 |
| Sub total | 225595,664 | 13707,95 |
| Beban pendingin | | 226642,64 |
| Total | 225595,664 | 225595,664 |

p. **Kondensor (E-913)**

Fungsi : mendinginkan uap air dari suhu 138°C menjadi 30°C dengan pendingin air 20°C

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output(kJ/jam) |
|------------------------|----------------|----------------|
| H_2O | 6792207,87 | 388185,73 |
| Sub total | 6792207,87 | 388185,73 |
| Beban pendingin | | 6404022,44 |
| Total | 6792207,87 | 6792207,87 |

Heat Exchanger

Fungsi : mendinginkan produk yang keluar dari sterilizer II dan memanaskan produk yang masuk ke evaporator

Tabel 4.2.3 Neraca panas yang keluar dari *Sterilizer II*

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output(kJ/jam) |
|---|-------------------|-------------------|
| C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ | 302491,9657 | 15920,63 |
| H ₂ O | 354533,5890 | 18659,6626 |
| Sub total | | 34580,2924 |
| Beban pendingin | | 31125,261 |
| Total | 657025,554 | 657025,554 |

Tabel 4.2.4 Neraca panas yang masuk ke evaporator

| Komponen | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|--------------------------|--------------------|--------------------|
| CH ₃ CHOHCOOH | 11280,5892 | 113,9453 |
| H ₂ O | 779129,8124 | 11020,3643 |
| Sub total | 790410,4017 | 12123,2096 |
| Beban pemanas | | 67586 |
| Total | 810270,1301 | 810270,1301 |

BAB V

SPESIFIKASI ALAT PROSES

5.1 Sterilizer I

| | |
|--------------------|--|
| Kode | : M-110 |
| Fungsi | : Sebagai alat untuk mensterilisasi molase |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 unit |
| Suhu | : 90°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Diameter | : 0,79 m |
| Tinggi | : 0,79 m |
| Volume | : 1,136 m ³ |
| Jenis | : Silinder tegak berpengaduk |
| Jenis head | : <i>Torisperichal Head</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainlees steel SA-240 (type 304)</i> |
| Kecepatan Pengaduk | : 44,2 rpm |
| Power Motor | : 1 Hp |
| Isolasi | : 10 cm (gypsum) |
| Pemanas | |
| Jenis | : Koil |
| Diameter | : 2,07 ft |
| Tinggi Tumpukan | : 0,88 ft |
| Bahan Konstruksi | : <i>Stainless steel 304 SA-240</i> |
| Jumlah Lilitan | : 18 Lilitan |

5.2 Tangki Penyimpan Molase

| | |
|----------|---|
| Kode | : F-120 |
| Fungsi | : Sebagai alat penyimpanan bahan baku molase selama 7 hari. |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 unit |
| Suhu | : 30°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Diameter | : 3,04 m |

| | |
|------------------|---|
| Tinggi | : 4,26 m |
| Volume | : 1,46 m ³ |
| Jenis | : Silinder tegak tertutup dengan tutup atas dan alas <i>Thorisperical</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon steel</i> |

5.3 *Filter press*

| | |
|------------|---|
| Kode | : H-130 |
| Fungsi | : memisahkan padatan yang terkandung dalam molase |
| Type | : Plate and Frame Filter Press |
| Panjang | : 190 in |
| Lebar | : 31 in |
| Tinggi | : 27 in |
| Volume | : 5,5 m ³ |
| Tebal Cake | : 0,71 cm |

5.4 *Mixer I*

| | |
|------------------|--|
| Kode | : M-210 |
| Fungsi | : Mengencerkan molase dari 72% menjadi 12% |
| Jenis | : Silinder vertikal Silinder vertikal dengan alas dan tutup <i>Torisperichal</i> dilengkapi pengaduk |
| Bahan Konstruksi | : <i>Stainlees steel SA-240 (type 304)</i> |
| Jumlah | : 1 unit |
| Operasi | : <i>Kontinyu</i> |
| Suhu | : 30°C |
| Tekanan | : <i>1 atm</i> |
| Volume | : 6,91 m ³ |
| Diameter | : 2,04 m |
| Tinggi | : 2,04 m |
| Tebal Tangki | : 1/4 in |
| Pengaduk | |
| Kecepatan | : 86,6 rpm |
| Power Motor | : 3 Hp |

5.5 Sterilizer II

| | |
|--------------------|--|
| Kode | : M-310 |
| Fungsi | : Sebagai alat untuk membunuh bakteri patogen yang terkandung dalam molase |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 unit |
| Suhu | : 90°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Diameter | : 1,96 m |
| Tinggi | : 1,96 m |
| Volume | : 5,92 m ³ |
| Jenis | : Silinder tegak berpengaduk |
| Jenis head | : <i>Torisperichal Head</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainlees steel SA-240 (type 304)</i> |
| Kecepatan Pengaduk | : 56 rpm |
| Power Motor | : 1 Hp |
| Isolasi | : 22 cm (gypsum) |
| Pemanas | |
| Jenis | : Koil |
| Diameter | : 5,15 ft |
| Tinggi Tumpukan | : 0,64 ft |
| Bahan Konstruksi | : <i>Stainless steel 304 SA-240</i> |
| Jumlah Lilitan | : 19 Lilitan |

5.6 Mixer II

| | |
|------------------|--|
| Kode | : M-250 |
| Fungsi | : Melarutkan CaO dengan H ₂ O |
| Jenis | : Silinder vertikal dengan alas dan tutup <i>Torisperichal</i> dilengkapi pengaduk |
| Bahan Konstruksi | : <i>Stainlees steel SA-240 (type 304)</i> |
| Jumlah | : 1 unit |
| Operasi | : <i>Kontinyu</i> |
| Suhu | : 30°C |
| Tekanan | : 1 atm |

| | |
|--------------|----------------------|
| Volume | : 7,3 m ³ |
| Diameter | : 2,8 m |
| Tinggi | : 4 m |
| Tebal Tangki | : 1/4 in |
| Pengaduk | |
| Kecepatan | : 48 rpm |
| Power Motor | : 9 Hp |

5.7 Fermentor

| | |
|------------------|---|
| Kode | : R-510 |
| Fungsi | : Tempat terjadinya fermentasi molase dengan bakteri <i>Lactobacillus delbrueckii</i> |
| Jenis | : Silinder vertikal dengan tutup atas <i>Thorispherical</i> dan tutup bawah <i>conical</i> dilengkapi pengaduk |
| Bahan Konstruksi | : <i>Stainless steel SA-240 (type 304)</i> |
| Jumlah | : 12 unit |
| Operasi | : <i>Batch</i> |
| Suhu | : 42°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Volume | : 0,44 m ³ |
| Diameter | : 0,825 m |
| Tinggi | : 1,013 m |
| Waktu tinggal | : 24 jam |
| Pengaduk | |
| Kecepatan | : 180 rpm |
| Power Motor | : 1 Hp |
| Pendingin | |
| Jenis | : Jaket |
| Diameter dalam | : 180 in |
| Diameter luar | : 191 in |
| Bahan Konstruksi | : <i>Carbon steel SA-285</i> |
| Tebal jaket | : 3/4 In |

5.8 *Intermediete Storage*

| | |
|------------------|--|
| Kode | : F-560 |
| Fungsi | : Sebagai tempat penyimpanan sementara produk dari fermentasi |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 unit |
| Suhu | : 42°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Waktu tinggal | : 1 jam |
| Diameter | : 4,2 m |
| Tinggi | : 4,2m |
| Volume | : 7,4 m ³ |
| Jenis | : Silinder tegak tertutup denga tutup atas dan alas <i>Torisperichal</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainlees steel SA-240 (type 304)</i> |

5.9 *Decanter*

| | |
|------------------|--|
| Kode | : H-610 |
| Fungsi | : Sebagai alat pemisah (CH ₃ CHOHCOO) ₂ Ca ²⁺ , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> , dan C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ sisa dari CH ₃ CHOHCOOH |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 unit |
| Suhu | : 42°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Diameter | : 0,98 m |
| Tinggi | : 3,18 m |
| Volume | : 2,5 m ³ |
| Jenis | : Continuous Gravity Decanter Silinder Vertical |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainlees steel SA-240 (type 304)</i> |

5.10 *Tangki Penyimpan H₂SO₄*

| | |
|---------|--|
| Kode | : F-720 |
| Fungsi | : Sebagai alat penyimpan H ₂ SO ₄ selama 30 hari |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 unit |
| Suhu | : 42°C |

| | |
|------------------|--|
| Tekanan | : 1 atm |
| Diameter | : 2,97 m |
| Tinggi | : 2,97m |
| Volume | : 10,04 m ³ |
| Jenis | : Silinder tegak tertutup denga tutup atas dan alas <i>Torisperichal</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainlees steel SA-240 (type 304)</i> |

5.11 Acidifier

| | |
|------------------|---|
| Kode | : R-710 |
| Fungsi | :Mereaksikan H ₂ SO ₄ dengan (CH ₃ CHOHCOO) ₂ Ca ²⁺ sehingga terbentuk asam laktat dan endapan CaSO ₄ . |
| perasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 unit |
| Suhu | : 42°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Diameter | : 2,7 m |
| Tinggi | : 3,6 m |
| Volume | : 3,2 m ³ |
| Tebal Tangki | : 1/4 in |
| Pengaduk | |
| Kecepatan | : 43 rpm |
| Power Motor | : 5 Hp |
| Jenis | : Silinder vertikal dengan tutup atas <i>Torisperichal</i> dan tutup bawah <i>conical</i> dilengkapi pengaduk |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainlees steel SA-240 (type 304)</i> |

5.12 Rotary Drum Vacum Filter

| | |
|---------|---|
| Kode | : H-810 |
| Fungsi | : Memisahkan CaSO ₄ dari CH ₃ CHOHCOOH dan H ₂ O |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 unit |
| Suhu | : 42°C |

| | |
|--------------------|--|
| Tekanan | : <1 atm |
| Diameter | : 2,9 m |
| Tinggi | : 5,9m |
| Volume | : 8,04 m ³ |
| Power motor | : 10 Hp |
| Kecepatan putaran: | 0,5 rpm |
| Luas permukaan | : 135,4 ft ² |
| Tebal cake | : 0,09 m |
| Waktu siklus | : 90,49 s |
| Jenis | <i>Rotary drum filter</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless steel SA-240 (type 304)</i> |

5.13 Tangki Penyimpan Asam Laktat

| | |
|------------------|--|
| Kode | : F-920 |
| Fungsi | : Sebagai alat penyimpan asam laktat selama 7 hari. |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 buah |
| Suhu | : 30°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Diameter | : 6,14 m |
| Tinggi | : 8,5 m |
| Volume | : 33,68 m ³ |
| Jenis | : Silinder tegak tertutup denga tutup atas dan alas <i>Torisperichal</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless steel SA-240 (type 304)</i> |

5.14 Silo I

| | |
|----------|---|
| Kode | : F-520 |
| Fungsi | : Sebagai alat penyimpan malt yang akan dialirkan ke reaktor, dengan waktu penyimpanan selama 30 hari |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 buah |
| Suhu | : 30°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Diameter | : 1,5 m |
| Tinggi | : 7,46 m |
| Volume | : 7,81 m ³ |

Jenis : Silinder tegak tertutup, alas *cone*

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-240 (type 304)*

5.15 Silo II

Kode : F-530

Fungsi : Sebagai alat penyimpanan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ yang akan dialirkan ke reaktor,
dengan waktu penyimpanan selama 30 hari

Operasi : Kontinyu

Jumlah : 1 buah

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Diameter : 1,76 m

Tinggi : 8,8 m

Volume : 12,8 m³

Jenis : Silinder tegak tertutup, alas *cone*

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-240 (type 304)*

5.16 Silo III

Kode : F-541

Fungsi : Sebagai alat penyimpan produk CaO selama 15 hari.

Operasi : Kontinyu

Jumlah : 1 buah

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Diameter : 1,73 m

Tinggi : 8,63 m

Volume : 10,8 m³

Jenis : Silinder tegak tertutup, alas *cone*

Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

5.17 Silo IV

Kode : F-420

Fungsi : Sebagai alat penyimpan *L. delbrueckii* yang akan dialirkan ke *cultur tank*, dengan waktu penyimpanan selama 30 hari

Operasi : Kontinyu

Jumlah : 1 buah

Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Diameter : 1,5 m
Tinggi : 9,1 m
Volume : 8,35 m³
Jenis : Silinder tegak tertutup, alas *cone*
Bahan konstruksi : *Stainlees steel SA-240 (type 304)*

5.18 Silo V

Kode : F-430
Fungsi : Sebagai alat penyimpan Malt yang akan dialirkan ke *cultur tank*, dengan waktu penyimpanan selama 30 hari
Operasi : Kontinyu
Jumlah : 1 buah
Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Diameter : 0,76 m
Tinggi : 2,41 m
Volume : 5,35 m³
Jenis : Silinder tegak tertutup, alas *cone*
Bahan konstruksi : *Stainlees steel SA-240 (type 304)*

5.19 Silo VI

Kode : F-440
Fungsi : Sebagai alat penyimpan (NH₄)₂HPO₄ yang akan dialirkan ke *cultur tank*, dengan waktu penyimpanan selama 30 hari
Operasi : Kontinyu
Jumlah : 1 buah
Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Diameter : 0,65 m
Tinggi : 1,98 m
Volume : 4,11 m³
Jenis : Silinder tegak tertutup, alas *cone*
Bahan konstruksi : *Stainlees steel SA-240 (type 304)*

5.20 Hopper

| | |
|------------------|---|
| Kode | : F-543 |
| Fungsi | : Sebagai alat penampung sementara CaO sebelum masuk ke fermentor |
| Operasi | : Kontinyu |
| Jumlah | : 1 buah |
| Suhu | : 30°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon Steel SA-240 grade C</i> |
| Volume hopper | : 2,621 m ³ |
| Diameter | : 4,8961 in |
| Tinggi silinder | : 1,416 m |
| Tinggi kerucut | : 0,325 m |
| Diameter lubang | : 0,0244 m |
| Tebal dinding | : 0,082 in |

5.21 *Bucket Elevator*

| | |
|------------------|--|
| Kode | : J-542 |
| Fungsi | : Mengangkut CaO dari Silo (F-541) ke Hopper (F-543) |
| Bahan konstruksi | : <i>Malleable-iron</i> |
| Jenis | : <i>Speed bucket centrifugal discharge elevator</i> |
| Kapasitas bucket | : 2271,9224 m ³ /rotasi |
| Jumlah bucket | : 60 bucket |
| Volume bucket | : 8,722 m ³ |
| Power motor | : 5 Hp |

5.22 *Cooler 1*

| | |
|-------------------|--|
| Kode | : E-121 |
| Fungsi | : Mendinginkan produk dari <i>sterilizer I</i> (M-110) suhu 90 °C ke <i>Filter press</i> suhu 30°C |
| Jenis | : <i>Double-pipe Exchanger</i> |
| Jumlah | : 1 unit |
| Operasi | : kontinyu |
| <i>Inner pipe</i> | |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainles steel SA-167 tipe 304</i> |
| Ukuran pipa | : 1 ¼ IPS schedule 40 |

Tekanan : 1,08 psia

Annulus

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Ukuran pipa : 1 ¼ IPS schedule 40

Tekanan : 6,15 psia

5.23 *Cooler 2*

Kode : E-921

Fungsi : Mendinginkan asam laktat dari Evaporator II (V-911) suhu 138°C menjadi 30°C

Jenis : *Double-pipe Exchanger*

Jumlah : 1 unit

Operasi : kontinyu

Inner pipe

Bahan konstruksi : *Stainles steel SA-167 tipe 304*

Ukuran pipa : 1 ¼ IPS schedule 40

Tekanan : 0,599 psia

Annulus

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Ukuran pipa : 1 ¼ IPS schedule 40

Tekanan : 8,23 psia

5.24 *Heat Exchanger*

Kode : E-320

Fungsi : Mendinginkan produk dari *sterilizer II* (M-310) yang masuk ke reaktor (R-510) dan memanaskan produk dari *rotary drum vacum* (H-810) yang masuk ke Evaporator I (V-910)

Jenis : *Shell and Tube Exchanger*

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 (tipe 304)*

Jumlah : 1 Buah

Operasi : Kontinyu

Panas yang dibutuhkan : 2.166.172,14 kJ/jam

Luas Transfer : 2034,57 ft²

Panas

:

Tube side

Suhu : 64,00 °C
Tekanan : 0,017 psia

Shell side

Suhu : 149 °C
Tekanan : 0,02 psia

5.25 Evaporator

Effect I

Kode : V-910
Fungsi : Memekatkan asam laktat
Jenis : *Double-pipe Exchanger*
Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 (tipe 304)*
Jumlah : 1 unit
Operasi : Kontinyu
Tekanan : 1 atm

Inner pipe

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 (tipe 304)*
Ukuran pipa : 1 ¼ IPS schedule 40,
Tekanan : 2,514 Psia

Annulus

Bahan konstruksi : *Carbon Steel*
Ukuran pipa : 1 ¼ IPS schedule 40,
Tekanan : 0,13 Psia

Effect II

Kode : V-911
Fungsi : Memekatkan asam laktat
Jenis : *Double-pipe Exchanger*
Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 (tipe 304)*
Jumlah : 2 unit
Operasi : Kontinyu
Tekanan : 1 atm

Inner pipe

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 (tipe 304)*

Ukuran pipa : 1 ¼ IPS schedule 40,

Tekanan : 1,514 Psia

Annulus

Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

Ukuran pipa : 1 ¼ IPS schedule 40,

Tekanan : 0,09 Psia

5.26 Pompa 01

Kode :L-111

Fungsi :Mengalirkan molase dari truck menuju ke sterilizer (M-110)

Jenis :Pompa Sentrifugal

Bahan Konstruksi :*Carbon steel SA-283*

Total Head : 77,2 ft

BHP Actual : 0,88 Hp

Specific Speed : 3500 Rpm

Power Motor : 1,5 Hp

Jumlah : 1

5.27 Pompa 02

Kode :L-122

Fungsi :Mengalirkan molase dari sterilizer (M-110) menuju ke tangki penyimpan molase

Jenis :Pompa Sentrifugal

Bahan Konstruksi :*Carbon steel SA-283*

Total Head : 33,4 ft

BHP Actual : 0,351 Hp

Specific Speed : 3500 Rpm

Power Motor : 1 Hp

Jumlah : 1

5.28 Pompa 03

Kode :L-321

Fungsi :Mengalirkan molase dari sterilizer (M-310) menuju ke *Heat Exchanger* (E-320)

Jenis :Pompa Sentrifugal

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Bahan Konstruksi | : <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 32,4 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,441 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.29 Pompa 04

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | :L-411 |
| Fungsi | : Mengalirkan molase <i>Heat Exchanger</i> (E-320) ke fermentor (R-510) |
| Jenis | : Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | : <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 30,2 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,31 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.30 Pompa 05

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | :L-511 |
| Fungsi | : Mengalirkan molase <i>Heat Exchanger</i> (E-320) ke <i>Culture Tank</i> (R-410) |
| Jenis | : Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | : <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 19,04 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,25 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.31 Pompa 06

| | |
|--------|--|
| Kode | :L-512 |
| Fungsi | : Mengalirkan Ca(OH)_2 dari Mixer (M-540) menuju ke Reaktor (R-510) |

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Jenis | : Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | : <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 29,94 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 2,01 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| | |
| <i>Power Motor</i> | : 2,5 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.32 Pompa 07

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | : L-711 |
| Fungsi | : Mengalirkan produk decanter (H-610) menuju ke <i>acidifier</i> (R-710) |
| Jenis | : Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | : <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 4,7 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,33 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.33 Pompa 08

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | : L-911 |
| Fungsi | : Mengalirkan produk <i>Heat Exchanger</i> (E-320) ke Evaporator I (V-910) |
| Jenis | : Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | : <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 17,64 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,631 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.4.4 Pompa 09

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | : L-912 |
| Fungsi | :Mengalirkan produk dari Evaporator I (V-910) ke Evaporator II (V-911) |
| Jenis | :Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | : <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 15,14 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,531 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

5.4.5 Pompa 10

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | : L-922 |
| Fungsi | :Mengalirkan produk (asam laktat) <i>dari</i> Evaporator II (V-911) ke tangki penyimpan asam laktat (F-920) |
| Jenis | :Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | : <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 32,01 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,731 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1,5 Hp |
| Jumlah | : 1 |

BAB VI UTILITAS

6.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Utilitas merupakan salah satu bagian penting untuk menunjang proses yang sedang berlangsung didalam suatu pabrik. Saat berlangsungnya proses produksi, pabrik memerlukan bahan baku, bahan penolong serta bahan penunjang seperti steam, listrik, air, bahan bakar, udara tekan dan lain sebagainya. Dalam pabrik ini, utilitas terdiri dari beberapa unit, antara lain :

- a. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air
- b. Unit Pengadaan Steam
- c. Unit Pengadaan Listrik
- d. Unit Udara Tekan
- e. Unit Pengadaan Bahan Bakar
- f. Unit Pengolahan Limbah

6.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit ini menyediakan beberapa keperluan, seperti: air proses *domestik*, umpan *boiler* dan air pendingin. Dalam memenuhi kebutuhan air industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik asam laktat, sumber air yang digunakan adalah berasal dari sungai Way Sekampung yang mengalir di dekat kawasan pabrik.. Pertimbangan menggunakan air sungai Way Sekampung sebagai sumber air adalah pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah, dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit serta biaya pengolahan yang lebih besar. Air yang digunakan dalam unit utilitas harus memenuhi syarat air proses industri kimia. Air yang dibutuhkan dalam lingkungan pabrik adalah untuk :

- a. Air proses

Hal- hal yang perlu diperhatikan dalam air proses adalah :

- 1) Kesadahan (*hardness*) yang dapat menimbulkan kerak
- 2) Kandungan besi yang dapat menyebabkan korosi pada alat.
- 3) Kandungan minyak yang menyebabkan terbentuknya lapisan film mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

Tabel 6.1 Kebutuhan Air Proses

| No | Penggunaan | Kebutuhan (Kg/Jam) |
|-------|--------------------------|--------------------|
| 1 | Mixer | 8790,81 |
| 2 | Rotary drum vacum filter | 147,24 |
| | Over design | 10% |
| Total | | 9831,85 |

b. Air Pendingin

Beberapa faktor pertimbangan pemilihan air sebagai media pendingin, yaitu:

- 1) Dapat diperoleh dalam jumlah yang besar
- 2) Mudah dalam penggunaan dan pengolahan (*pre-treatment*).
- 3) Penyerapan panas persatuan volume tinggi dan tidak terdekomposisi.

Tabel 6.2 Kebutuhan Air Pendingin

| No | Penggunaan | Kebutuhan (kg/jam) |
|-------|-------------|--------------------|
| 1 | Cooler- 01 | 3852,10 |
| 2 | Cooler-02 | 3830,25 |
| 4 | Kondensor | 76522,59 |
| 5 | Reaktor | 1369,32 |
| 6 | Over design | 10% |
| Total | | 94131,68 |

c. Air Sanitasi

Penanganan dari air ini dapat dilakukan dengan menambahkan kaporit untuk membunuh bakteri. Air sanitasi harus memenuhi beberapa syarat kesehatan, diantaranya :

- 1) Syarat fisik :
 - Memiliki suhu di bawah suhu udara luar.
 - Berwarna jernih
 - Tidak mempunyai rasa.
 - Tidak berbau.
- 2) Syarat kimia:
 - Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik.
 - Tidak beracun.
- 3) Syarat bakteriologis:
 - Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 6.3 Kebutuhan Air Sanitasi

| No | Penggunaan | Kebutuhan (kg/jam) |
|-------|-------------------------------------|--------------------|
| 1 | Karyawan | 332 |
| 2 | Laboratorium, poliklinik, bengkel | 150 |
| 3 | Pemadam Kebakaran | 150 |
| 4 | Kantin dan Mushola | 200 |
| 5 | Pembersihan, pemeliharaan dan taman | 150 |
| Total | | 982 |

d. Air Umpan *Boiler*

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk penanganan air sebagai umpan *boiler*, yaitu

1) Zat-zat penyebab korosi

Korosi dapat terjadi dalam boiler karena kandungan larutan-larutan asam dan gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S.

2) Zat penyebab kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak dapat disebabkan karena tingkat kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat tinggi.

3) Zat penyebab *foaming*

Penyebab *foaming* saat proses pemanasan air pada *boiler* terjadi karena kandungan zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah besar. Efek penembusan dapat terjadi pada tingkat alkalinitas tinggi.

Tabel 6.4 Kebutuhan Air untuk Steam

| No | Penggunaan | Kebutuhan (kg/jam) |
|-------|---------------|--------------------|
| 1 | Heater (H-01) | 10550,92 |
| 3 | Evaporator-01 | 8861,71 |
| 4 | Evaporator-02 | 4733,44 |
| 5 | Sterilizer I | 5678,92 |
| 6 | Sterilizer II | 1531,26 |
| | Over design | 10% |
| Total | | 34491,9 |

Maka total kebutuhan air yang disuplai dari unit penyedia air adalah sebesar 165.162,15 kg/jam. Untuk menjaga adanya kebocoran saat distribusinya, air

dilebihkan sebanyak 10%, sehingga air yang akan diambil dari air sungai saat dipompakan adalah sebesar 181.678,36 kg/jam. Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai Way sekampung dengan debit air sebesar 122,74 m³/detik, maka kebutuhan air tercukupi. Kebutuhan air ini diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan.

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1. Penyaringan Awal / *Screen* (F-01)

Penyaringan air dari air sungai ada 3 tahap penyaringan, yaitu :

- a. *Coarse bar screen* (saringan kasar), berfungsi menahan kotoran yang berukuran besar seperti ranting dan sebagainya.
- b. *Rake screen*, kotoran yang lolos dari bar screen akan menempel dibawah *rake screen*. Kemudian kotoran yang tersaring dibersihkan atau dibawa ke atas dengan penggaruk yang digerakkan dengan sistem hidrolik.
- c. *Rotary screen*, berfungsi membersihkan kotoran yang sangat kecil. Untuk membersihkan kotoran yang menempel pada saringan dilakukan penyemprotan dengan *sea water* menggunakan *spray nozzle*, kemudian dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak penggumpal (BU-01)

Setelah melalui tahap penyaringan, air kemudian dialirkan ke bak penggumpal yang berfungsi untuk menurunkan kesadahan air. Dalam bak ini, air akan ditambahkan dengan senyawa kimia (koagulan) yang berfungsi untuk menggumpalkan koloid-koloid (flok) tersuspensi dalam air. Koagulan yang digunakan adalah *Poli Alumunium Chloride* (PAC) karena air memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi.

3. *Clarifier* (CL)

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

4. Bak Penyaring / *sand filter* (BU-02)

Air setelah keluar dari *clarifier* dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat

dalam air dan belum terendapkan. Dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

5. Bak Penampung Sementara (BU-03)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap distibusikan sebagai air sanitasi, air pendingin dan sebagai air proses.

6. Tangki Air Sanitasi (TU-01)

Tangki air bersih berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran. Air yang keluar dari tangki karbon aktif harus ditambahkan kaporit (CaOCl_2) untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti *amoeba*, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Kaporit digunakan sebagai penjernih karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi yang dapat bertahan beberapa jam setelah penambahannya.

6.1.2. Unit Pengadaan *Steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan uap air (*steam*) yang digunakan dalam proses, umumnya alat yang digunakan adalah *boiler* atau ketel uap. Dalam unit ini, alat yang digunakan adalah boiler pipa api (*fire tube boiler*) dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Air umpan yang digunakan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.
- Untuk *shell*nya tidak memerlukan *plate* yang tebal, sehingga harganya lebih murah.
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api.
- Biaya pemasangan alat murah.

Unit pengadaan *steam* terdiri dari 2 tahapan yaitu :

1. Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*).

Demineralisasi air diperlukan karena air umpan boiler harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi operasi yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger* saat *steam* digunakan sebagai pemanas, karena hal ini dapat mengakibatkan penurunan efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan alat tidak beroperasi sama sekali.

- Tidak mengandung gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O₂ dan CO₂.

Air dari unit pengolahan diumpankan ke *kation exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineral, seperti Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, dan Al³⁺. Air yang keluar dari *kation exchanger* diumpankan menuju *anion exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineral, seperti HCO₃⁻, CO₃²⁻, Cl⁻, NO⁻ dan SiO₃²⁻. Selanjutnya, air dikirim ke unit *demineralized water storage* untuk disimpan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai *boiler feed water*.

2. Unit Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

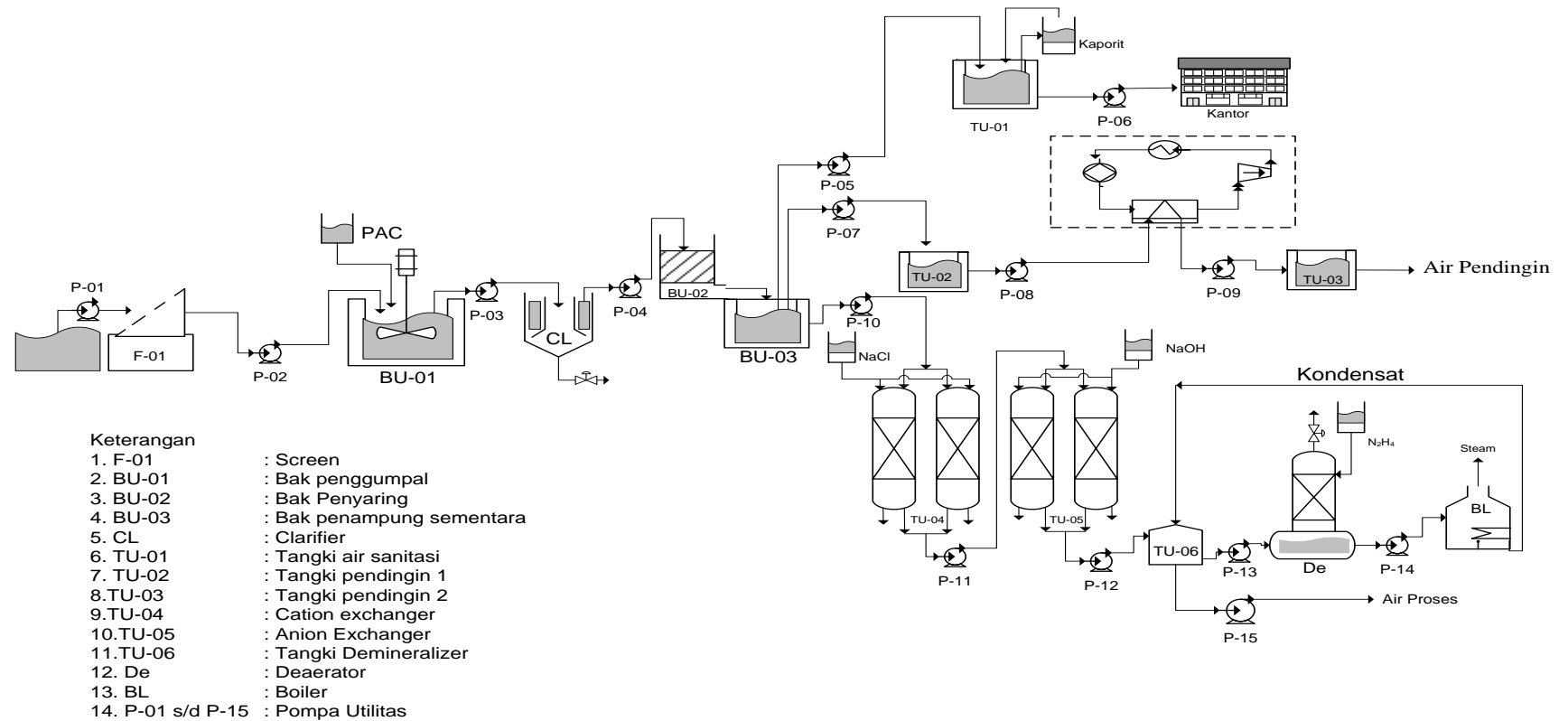
Air yang sudah melalui tahap demineralisasi, masih memiliki kandungan gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas ini dapat menyebabkan korosi, sehingga harus dihilangkan terlebih dahulu menggunakan *deaerator*. Pada *deaerator*, diinjeksikan *steam* yang berfungsi untuk mengikat O₂ namun dalam proses ini kandungan O₂ dalam air tidak sepenuhnya dapat dihilangkan. Maka, diperlukan penambahan Hidrazin yang berfungsi untuk mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Nitrogen yang dihasilkan dari reaksi tersebut dihilangkan bersama gas-gas lain melalui *stripping* dengan uap bertekanan rendah.



Prarancangan Pabrik Asam Laktat Dari Molase
Kapasitas 7.000 ton/tahun



Gambar 6.1 Tahapan pengolahan air

Spesifikasi Alat Utilitas

1) Saringan (*Screening*)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Kode | : | F-01 |
| Fungsi | : | Menyaring kotoran didalam air yg berukuran besar, misalnya daun, ranting, atau sampah-sampah lainnya |
| Bahan | : | <i>Carbon steel</i> |
| Konstruksi | | |
| Panjang | : | 10 ft |
| Lebar | : | 8 ft |
| Diameter <i>screen</i> | : | 1 cm |

2) Bak Penggumpal

| | | |
|----------------|---|---|
| Kode | : | BU-01 |
| Fungsi | : | Menggumpalkan kotoran dengan cara menambahkan PAC (<i>Poly Alumunium Chloride</i>) |
| Bahan | : | <i>Carbon steel</i> |
| Konstruksi | | |
| Tinggi | : | 4,5 m |
| Diameter | : | 4,5 cm |
| Jenis | : | Flokulator Mekanik |
| Power Pengaduk | : | 0,5 Hp |
| Volume | : | 71,3 m ³ |
| Waktu tinggal | : | 40 menit |

3) Tangki PAC

| | | |
|------------|---|---|
| Kode | : | TP-01 |
| Fungsi | : | Menyimpan larutan PAC 11% untuk 30 hari operasi |
| Bahan | : | <i>Stainless steel</i> |
| Konstruksi | | |
| Tinggi | : | 4,3 m |
| Diameter | : | 2,18 m |
| Volume | : | 16,33 m ³ |
| Jenis | : | Silinder Vertikal |

4) *Clarifier*

| | | |
|------------------|---|---|
| Kode | : | CL |
| Fungsi | : | Mengendapkan gumpalan kotoran dari bak penggumpal |
| Bahan Konstruksi | : | <i>Carbon steel</i> |
| Tinggi | : | 7,5 m |
| Diamter bawah | : | 3,7 m |
| Diameter atas | : | 6,1 m |
| Jenis | : | Tangki Silinder Terpancung |
| Volume | : | 71,3 m ³ |
| Waktu tinggal | : | 2 jam |

5) *Tangki Sand Filter*

| | |
|------------------|---|
| Kode | BU-02 |
| Fungsi | Menyaring partikel-partikel halus yg belum terendapkan dan terikut ke dalam air |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| Volume | 68,36 m ³ |
| Diameter | 3,5 m |
| Tinggi | 7 m |

6) *Tangki Penampung Sementara*

| | |
|------------------|---|
| Kode | BU-03 |
| Fungsi | Menampung air yang keluar dari saringan pasir |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| Volume | 52,29 m ³ |
| Diameter | 4,05 m |
| Tinggi | 4,05 m |

7) *Cation Exchanger*

| | |
|------------------|--|
| Kode | TU-04 |
| Fungsi | Menurunkan tingkat kesadahan air umpan <i>boiler</i> |
| Jenis | <i>Packed column</i> |
| Resin | <i>Natural Greensand Zeolit</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| Kapasitas | 90,2 m ³ /jam |
| Diameter | 3,9 m |
| Tinggi | 7,02 m |

8) *Anion Exchanger*

| | |
|------------------|--|
| Kode | TU-05 |
| Fungsi | Menurunkan tingkat kesadahan air umpan <i>boiler</i> |
| Jenis | <i>Packed column</i> |
| Resin | <i>Natural Greensand Zeolit</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| Kapasitas | 90,21 m ³ /jam |
| Diameter | 3,06 m |
| Tinggi | 6,72 m |

9) **Tangki Umpan Boiler**

| | |
|------------------|--|
| Kode | TU-06 |
| Fungsi | Menampung sementara air <i>make up</i> dan air demineralisasi untuk keperluan proses dari <i>mixed bed ion exchanger</i> |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| Volume | 67,65 m ³ |
| Diameter | 3,9 m |
| Tinggi | 5,8 m |

10) Deaerator

| | |
|------------------|--|
| Kode | De |
| Fungsi | Melepaskan gas-gas yg terlarut dalam air seperti O ₂ dan CO ₂ untuk mengurangi korosi pada logam |
| Bentuk | Silinder tegak dengan <i>sparger</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| Bahan isian | <i>Pall ring metal</i> |
| <i>Volume</i> | 2,3 m ³ |
| Diameter | 1,25 m |
| Tinggi | 1,87 m |

11) Boiler

| | |
|-----------|---|
| Kode | BL |
| Fungsi | Menyediakan <i>steam</i> jenuh untuk memenuhi kebutuhan <i>steam</i> dalam proses |
| Jenis | <i>Fire tube boiler</i> |
| Kapasitas | 136942,54 lb/jam |

12) Tangki Larutan Hidrazin

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | TP-05 |
| Fungsi | Membuat larutan N ₂ H ₄ yg digunakan untuk mencegah terjadinya kerak didalam proses |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Pengaduk | <i>Marine propeler 3 blade</i> |
| <i>Power Pengaduk</i> | 0,5 Hp |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| <i>Volume</i> | 648,36 m ³ |
| Diameter | 5,26 m |
| Tinggi | 5,26 ft |
| Waktu Tinggal | 30 hari |

13) Tangki Larutan Kaporit

| | |
|------------------|--|
| Kode | TP-02 |
| Fungsi | Menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 70% untuk persediaan selama 1 bulan |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| Volume | 0,08 m ³ |
| Diameter | 0,22 m |
| Tinggi | 0,4 m |
| Waktu Tinggal | 30 hari |

14) Tangki Sanitasi

| | |
|------------------|---|
| Kode | TU-01 |
| Fungsi | Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan sehari-hari |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Bahan Konstruksi | <i>Cast Steel</i> |
| Volume | 167 m ³ |
| Diameter | 4,6 m |
| Tinggi | 9,3 m |
| Waktu Tinggal | 7 hari |

15) Tangki Larutan NaCl

| | |
|------------------|--|
| Kode | TP-03 |
| Fungsi | Membuat larutan NaCl yg digunakan untuk meregenerasi <i>kation exchanger</i> |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Pengaduk | <i>Marine propeler 3 blade</i> |
| Power Pengaduk | 0,5 Hp |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| Volume | 0,73 m ³ |
| Diameter | 0,97 m |

| | |
|---------------|---------|
| Tinggi | 0,97 m |
| Waktu Tinggal | 30 hari |

16) Tangki Larutan NaOH

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | TP-04 |
| Fungsi | Membuat larutan NaOH yg digunakan untuk meregenerasi <i>anion exchanger</i> |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Pengaduk | <i>Marine propeler 3 blade</i> |
| <i>Power Pengaduk</i> | 0,5 Hp |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| <i>Volume</i> | 2,45 m ³ |
| Diameter | 1,46 m |
| Tinggi | 1,46 m |
| Waktu Tinggal | 30 hari |

17) Tangki Air Pendingin I

| | |
|------------------|---|
| Kode | TU-02 |
| Fungsi | Menampung air <i>make-up</i> dan air pendingin proses yang telah digunakan |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| <i>Volume</i> | 30,3 m ³ |
| Diameter | 3,37 m |
| Tinggi | 3,37 m |
| Waktu Tinggal | 1 jam |

18) Tangki Air Pendingin II

| | |
|------------------|---|
| Kode | TU-03 |
| Fungsi | Menampung air pendingin sebelum disirkulasikan ke alat-alat proses |
| Bentuk | Silinder Vertikal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> |
| <i>Volume</i> | 30,3 m ³ |

| | |
|---------------|--------|
| Diameter | 3,37 m |
| Tinggi | 3,37 m |
| Waktu Tinggal | 1 jam |

19) Pompa

a. Pompa 01

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | PU-01 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai ke bak penggumpal |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 6,65 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,71 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

b. Pompa 02

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | PU-02 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari bak penggumpal ke <i>clarifier</i> |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 4,48 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,48 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

c. Pompa 03

| | |
|--------|---|
| Kode | PU-03 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari <i>clarifier</i> ke tangki <i>sand filter</i> |

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 6,32 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,68 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

d. Pompa 04

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | PU-04 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari tangki <i>sand filter</i> ke bak penampung sementara |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 14.2 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 1,21 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 2 Hp |
| Jumlah | : 1 |

e. Pompa 05

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | PU-05 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari bak penampung sementara ke tangki sanitasi |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 26,5 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,037 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

f. Pompa 06

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | PU-06 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari bak penampung sementara ke tangki pendingin 1 |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 10,28 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,013 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

g. Pompa 07

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | PU-07 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari bak penampung sementara ke <i>kation exchanger</i> |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 25,09 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 0,035 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

h. Pompa 08

| | |
|-------------------|--|
| Kode | PU-08 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari tangki sanitasi ke perkantoran |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 10,9 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 1,33 Hp |

| | | |
|-----------------------|---|----------|
| <i>Specific Speed</i> | : | 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : | 2 Hp |
| Jumlah | : | 1 |

i. Pompa 09

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | PU-09 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari tangki pendingin 1 ke sistem pendingin |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 2436 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 1,2 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 2 Hp |
| Jumlah | : 1 |

j. Pompa 10

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | PU-10 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari <i>kation</i> ke <i>anion</i> exchanger |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 22,39 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 2 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 2 Hp |
| Jumlah | : 1 |

k. Pompa 11

| | |
|-------------------|---|
| Kode | PU-11 |
| Fungsi | Mengalirkan air dari sistem pendingin ke tangki pendingin 2 |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 21,46 ft |

| | | |
|-----------------------|---|----------|
| <i>BHP Actual</i> | : | 2,98 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : | 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : | 2 Hp |
| Jumlah | : | 1 |

l. Pompa 12

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | PU-12 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari anion ke tangki umpan <i>boiler</i> |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 12,63 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 1,75 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 1 Hp |
| Jumlah | : 1 |

m. Pompa 13

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | PU-13 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari tangki umpan <i>boiler</i> menuju ke <i>mixer</i> |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |
| <i>Total Head</i> | : 21,64 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : 3,01 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : 2 Hp |
| Jumlah | : 1 |

n. Pompa14

| | |
|------------------|--|
| Kode | PU-14 |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari tangki umpan <i>boiler</i> ke <i>deaerator</i> |
| Jenis | Pompa Sentrifugal |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> |

| | | |
|-----------------------|---|----------|
| <i>Total Head</i> | : | 68,39 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : | 8,56 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : | 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : | 2 Hp |
| Jumlah | : | 1 |

o. Pompa 15

| | | |
|-----------------------|---|----------|
| Kode | PU-15 | |
| Fungsi | Mengalirkan air sungai dari deaerator ke <i>boiler</i> | |
| Jenis | Pompa Sentrifugal | |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel SA-283</i> | |
| <i>Total Head</i> | : | 59,55 ft |
| <i>BHP Actual</i> | : | 6,66 Hp |
| <i>Specific Speed</i> | : | 3500 Rpm |
| <i>Power Motor</i> | : | 1 Hp |
| Jumlah | : | 1 |

6.1.3. Unit Pengadaan Listrik

Unit ini memiliki fungsi untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan tersebut dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan *generator set* sebagai cadangan, karena pabrik dijalankan secara kontinyu serta untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi selama proses. Kebutuhan listrik di pabrik dan kantor meliputi:

- 1) Listrik untuk keperluan proses

Rincian besar penggunaan listrik untuk keperluan proses sebagai berikut :

Tabel 6.5 Konsumsi Listrik untuk Keperluan Proses

| Nama dan alat proses | Power, Hp | Jumlah | Σ power, Hp |
|----------------------|-----------|--------|--------------------|
| Sterilizer I | 1 | 1 | 1 |
| <i>Filter press</i> | 1 | 1 | 1 |
| Mixer I | 4 | 1 | 4 |
| Sterilizer II | 4 | 1 | 4 |
| Reaktor | 1 | 12 | 12 |
| Mixer II | 9 | 1 | 9 |
| Acidifier | 5 | 1 | 5 |
| Pompa-01 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-02 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-03 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-04 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-05 | 3 | 1 | 3 |
| Pompa-06 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-07 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-08 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-09 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-10 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa cadangan | 9 | 4 | 36 |
| Total | | | 153 |

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 124,2 Kw

2) Listrik untuk utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) sebagai berikut :

Tabel 6.6 konsumsi Listrik untuk keperluan Utilitas

| Nama dan alat proses | Power, Hp | Jumlah | Σ power, Hp |
|----------------------|-----------|--------|-------------|
| Tangki N2H4 | 1 | 1 | 1 |
| Tangki larutan NaCl | 1 | 1 | 1 |
| Tangki NaOH | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-01 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-02 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-03 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-04 | 2 | 1 | 2 |
| Pompa-05 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-06 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-07 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-08 | 2 | 1 | 2 |
| Pompa-09 | 2 | 1 | 2 |
| Pompa-10 | 2 | 1 | 2 |
| Pompa-11 | 2 | 1 | 2 |
| Pompa-12 | 1 | 1 | 1 |
| Pompa-13 | 2 | 1 | 2 |
| Pompa-14 | 2 | 1 | 2 |
| Pompa-15 | 1 | 1 | 1 |
| Udara tekan | 1 | 1 | 1 |
| pompa cadangan | 2 | 4 | 8 |
| Total | | | 44 |

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 39 Kw

1) Listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 5000 W = 5 kW

Listrik untuk penerangan diperkirakan sebesar 1000 W = 2,5 kW

2) Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik yang digunakan diperkirakan = 40 kW

3) Listrik untuk instrumentasi

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar = 10 kW

Jumlah kebutuhan listrik

= 220,2 kW

Emergency generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80 %, maka Input generator = 275 kW

Ditetapkan *input generator* 500 kW

Untuk keperluan dan cadangan = $(500 - 275) \text{ kW} \times 80\%$
= 180 kW

Spesifikasi Generator

- a. Tipe = AC generator
- b. Kapasitas = 500 kW
- c. Tegangan = 220 volt
- d. Efisiensi = 80 %
- e. Frekuensi = 50 Hz
- f. Bahan bakar = Solar (*fuel oil*)

6.1.4. Unit Udara Tekan

Unit ini berfungsi untuk menyediakan udara tekan yang digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Pengolahan udara ini mencakup pengolahan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas dari minyak, dan tidak mengandung partikel-partikel pengotor lainnya.

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*. Kebutuhan untuk alat setiap alat kontrol *pneumatic* sekitar 25,2 L/menit (Considine, 1970). Kebutuhan udara tekan diperkirakan 57,8 m³/jam. Alat untuk penyediaan udara tekan berupa kompressor.

6.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit ini memiliki tugas untuk menyediakan dan menyimpan bahan bakar yang akan digunakan dalam operasi pabrik.

Kebutuhan bahan bakar untuk *generator set* :

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| a. Jenis bahan bakar | : solar |
| b. Heating value | : 18.315 Btu/lb |
| c. Efisiensi bahan bakar | : 80% |
| d. ρ solar | : 53 lb/ft ³ |
| e. Kebutuhan solar untuk generator | : 0,062 m ³ /jam |
| f. Kebutuhan solar untuk boiler | : 0,12 m ³ /jam |

6.1.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dalam proses pabrik ini adalah campuran limbah padat dan cair yang terdiri dari sebagian besar garam $C_{12}H_{22}O_{11}$ sisa, Malt, $(NH_4)_2HPO_4$, $(CH_3CHOHCOO^-)_2Ca^{2+}$, *L. Delbrueckii* dengan total limbah sebesar 1392, 48 kg/jam. Limbah ini masih mengandung unsur N,P,dan K yang dapat digunakan sebagai pupuk kompos dengan cara di filter (dikeringkan).

Pengolahan limbah cair lain yang dihasilkan dari aktifitas disekitar pabrik meliputi :

- 1) Air yang mengandung zat organik dan anorganik
- 2) Buangan air sanitasi

Air buangan sanitasi dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran dikumpulkan dan diolah dalam unit *stabilisasi* dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi untuk disinfektan, yaitu membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

- 3) Sisa regenerasi

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi yang mengandung NaOH dinetralkan dengan menambahkan H_2SO_4 . Hal ini dilakukan jika pH air buangan lebih dari tujuh (7). Jika pH air buangan kurang dari tujuh ditambahkan NaOH.

6.1 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan peran yang lain adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik limbah gas, cair maupun padat. Limbah cair berupa air limbah hasil proses.

Laboratorium kimia adalah sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atau mutu produk dari perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan proses serta produk.

Tugas laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
3. Menganalisa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik.
4. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi.

Dalam upaya mengendalikan kualitas produk, analisa yang dilakukan pada proses pembuatan aseton siaohidrin ini adalah :

- a. Analisa warna secara manual
- b. Analisa densitas menggunakan densinometer
- c. Analisa viskositas menggunakan *viscometer*
- d. Analisa titik didih secara manual menggunakan *melting point* apparatus

Analisa untuk unit utilitas meliputi:

- a. Penjernihan air proses, yang meliputi analisa pH, SiO₂, Ca sebagai CaCO₃, sulfur sebagai SO₄⁻, clor sebagai Cl₂, dan zat padat terlarut.
- b. Demineralisasi air, meliputi analisa efisiensi alat penukar ion.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik dibagi menjadi tiga (3) bagian :

1. Laboratorium pengamatan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan '*certificate of quality*' untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium penelitian dan pengembangan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material dalam proses dalam meningkatkan hasil akhir.

6.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan hal penting bagi perlindungan tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungannya serta cara pengerjaannya.

Tujuan keselamatan kerja :

1. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi
2. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
3. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja

Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap-tiap karyawan. Selain itu perusahaan juga menyediakan alat-alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan *safety* (*Safety Equipment*) harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada di *plant* atau daerah proses. Perlengkapan *safety* yang harus dipakai :

1. Sepatu *safety*
2. *Safety Goggle* (kacamata *safety*)
3. *Ear muff* / *Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin
4. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala
5. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap
6. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun.

Adapun tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan antara lain:

1. Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran.
2. Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya.
3. Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan.

BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK

7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Asam laktat yang akan didirikan direncanakan mempunyai:

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)

Lapangan Usaha : Industri Asam laktat

Lokasi Perusahaan : Tanjung Bintang, Lampung Selatan

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris, sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.
3. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
4. Lapangan usaha lebih luas, PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
5. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
6. Mudah mendapatkan kredit bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
7. Mudah bergerak dipasar modal.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu perseroan terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham. Pemiliknya adalah para pemegang saham serta yang memilih suatu direksi yang memimpin jalannya perusahaan. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi tersebut dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

7.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka dasar suatu perusahaan. Untuk mendapat sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, yang antara lain adalah perumusan tujuan perusahaan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem lini dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih 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 yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada pimpinan yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur yang disebut Dewan Direksi. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Anggota Tahunan.

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut:

7.2.1 Pemegang Saham

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

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

7.2.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direksi
3. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

7.2.3 Direktur

1. Direktur Utama

Tugas : memimpin kegiatan perusahaan secara keseluruhan, menerapkan sistem kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan.

2. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

3. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, dan keselamatan kerja.

7.2.4 Staf Ahli dan Litbang

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

1. Memberi nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
2. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan
3. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum

7.2.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama, kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang proses produksi

2. Kepala Bagian Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang penyediaan utilitas.

3. Kepala Bagian Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang pengolahan limbah.

4. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

5. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan yang berhubungan dengan pengembangan perusahaan, pengawasan mutu, serta keselamatan kerja.

6. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

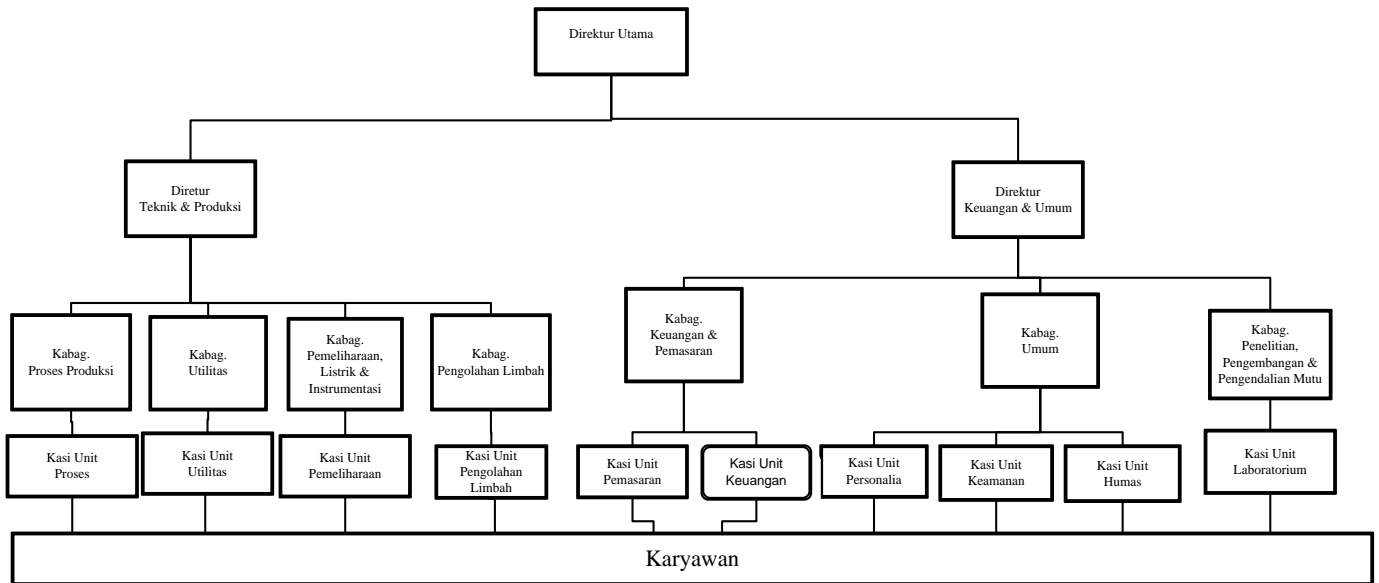
Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

7. Kepala Bagian Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan.

7.2.6 Karyawan

1. Karyawan Proses
Tugas : Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi
2. Karyawan Utilitas
Tugas Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, *steam*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi
3. Karyawan Pengolahan Limbah
Tugas : Bertanggung jawab terhadap pengolahan limbah buangan pabrik
4. Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu
Tugas : Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan pengolahan limbah.
5. Karyawan Pemasaran
Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.
6. Karyawan Keuangan
Tugas Bertanggung jawab atas pembelian barang-barang untuk kelancaran produksi, bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.
7. Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel
Tugas Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan pergantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.
8. Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.
9. Karyawan Humas dan Keamanan
Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintahan, serta mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.



Gambar 7.1 Struktur Organisasi Perusahaan

7.3 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

7.3.1. Sistem Kepegawaian

Pada pabrik nitrogliserin ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

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

7.3.2. Sistem Gaji

Sistem gaji Perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

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

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

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

Perincian golongan dan gaji pegawai sebagai berikut:

Tabel 7.7 Daftar Gaji Karyawan

| No | Jabatan | Klasifikasi | Jumlah | Gaji/bulan | Gaji/tahun |
|----|--|-------------------|--------|---------------|----------------|
| 1 | Direktur Utama | S2 – T. Kimia | 1 | 22.500.000,00 | 202.500.000,00 |
| 2 | Direktur Teknik dan Produksi | S2 – T. Kimia | 1 | 17.000.000,00 | 153.000.000,00 |
| 3 | Direktur Keuangan dan Umum | S2 – Ekonomi | 1 | 17.000.000,00 | 153.000.000,00 |
| 4 | Staf Ahli dan Litbang | S1 – T. Kimia | 4 | 10.000.000,00 | 360.000.000,00 |
| 5 | Kepala Bagian Proses | S1 – T. Kimia | 1 | 7.500.000,00 | 67.500.000,00 |
| 6 | Kepala Bagian Utilitas | S1 – T. Kimia | 1 | 7.500.000,00 | 67.500.000,00 |
| 7 | Kepala Bagian Pengolahan Limbah | S1 – T. Kimia | 1 | 7.500.000,00 | 67.500.000,00 |
| 8 | Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi | S1 – T. Elektro | 1 | 7.500.000,00 | 67.500.000,00 |
| 9 | Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu | S1 – T. Kimia | 1 | 7.500.000,00 | 67.500.000,00 |
| 10 | Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran | S1 – Ekonomi | 1 | 7.500.000,00 | 67.500.000,00 |
| 11 | Kepala Bagian Umum | S1 – Ekonomi | 1 | 7.500.000,00 | 67.500.000,00 |
| 12 | Kasi Unit Proses | S1 – T. Kimia | 1 | 5.700.000,00 | 51.300.000,00 |
| 13 | Kasi Unit Utilitas | S1 – T. Kimia | 1 | 5.700.000,00 | 51.300.000,00 |
| 14 | Kasi Unit Pengolahan Limbah | S1 – T. Kimia | 1 | 5.700.000,00 | 51.300.000,00 |
| 15 | Kasi Unit Laboratorium | D3 – Analis Kimia | 1 | 5.700.000,00 | 5.700.000,00 |

| No | Jabatan | Klasifikasi | Jumlah | Gaji/bulan | Gaji/tahun |
|----|--|------------------------------------|--------|--------------|----------------|
| 16 | Kasi Unit Pemeliharaan | D3 – T. Mesin | 1 | 5.700.000,00 | 51.300.000,00 |
| 17 | Kasi Unit Keamanan | SLTA | 1 | 3.500.000,00 | 31.500.000,00 |
| 18 | Kasi Unit Humas | S1 | 1 | 4.200.000,00 | 37.800.000,00 |
| 19 | Kasi Unit Personalia | S1 | 1 | 4.200.000,00 | 37.800.000,00 |
| 20 | Kasi Unit Pemasaran | S1 | 1 | 4.200.000,00 | 37.800.000,00 |
| 21 | Kasi Unit Keuangan | S1 | 1 | 4.200.000,00 | 37.800.000,00 |
| 22 | Karyawan Unit Proses | D3 – T. Kimia | 16 | 3.500,000,00 | 560.000.000,00 |
| 23 | Karyawan Unit Utilitas | D3 – T. Kimia | 8 | 3.500,000,00 | 280.000.000,00 |
| 24 | Karyawan Unit Pengolahan Limbah | D3 – T. Kimia | 8 | 3.500,000,00 | 280.000.000,00 |
| 25 | Karyawan Unit Laboratorium dan Pengendalian Mutu | D3 – T. Kimia/MIPA | 8 | 3.500,000,00 | 280.000.000,00 |
| 26 | Karyawan Unit Pemasaran | D3 – Ekonomi | 4 | 3.500,000,00 | 140.000.000,00 |
| 27 | Karyawan Unit Keuangan | D3 – Ekonomi | 4 | 3.500,000,00 | 140.000.000,00 |
| 28 | Karyawan Unit Pemeliharaan dan Bengkel | D3 – T. Mesin | 8 | 3.500,000,00 | 280.000.000,00 |
| 29 | Karyawan Unit Humas | D3– Komunikasi | 4 | 3.500,000,00 | 140.000.000,00 |
| 30 | Karyawan K3 | D3-Kesehatan dan Keselamatan Kerja | 4 | 3.500,000,00 | 140.000.000,00 |
| 31 | Dokter | S1 – Kedokteran | 2 | 9.000.000,00 | 162.000.000,00 |
| 32 | Perawat | D3 – Perawat | 2 | 3.500.000,00 | 70.000.000,00 |
| 33 | Sopir | SLTA | 10 | 3.000.000,00 | 270.000.000,00 |
| 34 | Cleaning Service | SLTA | 16 | 3.000.000,00 | 432.000.000,00 |

| | | | | | |
|-----|------------------|------|-----|--------------|------------------|
| 35. | Petugas Keamanan | SLTA | 8 | 3.000.000,00 | 216.000.000,00 |
| | Total | | 166 | | 5.976.900.000,00 |

7.3.3 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Asam laktat beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan non-shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan harian yaitu direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut:

Jam kerja :

1. Hari Senin-Jum'at : Jam 07.00-15.00
2. Hari Sabtu : Jam 07.00-12.00

Jam istirahat :

1. Hari Senin-Kamis : Jam 12.00-13.00
2. Hari Jumat : Jam 11.00-13.00

b. Karyawan Shift/Ploog

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift antara lain seksi proses, sebagian seksi laboratorium, seksi pemeliharaan, seksi utilitas dan seksi keamanan. Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan produksi dan teknik :

1. Shift pagi : Jam 07.00-15.00
2. Shift siang : Jam 15.00-23.00
3. Shift malam : Jam 23.00-07.00

Karyawan Keamanan :

1. Shift pagi : Jam 06.00-14.00
2. Shift siang : Jam 14.00-22.00
3. Shift malam : Jam 22.00-06.00

Untuk karyawan shift ini akan dibagi dalam 4 regu di mana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Gambar 7.1 Pembagian Shift Karyawan

| Hari ke- Regu | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 1 | 1 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P | S | M | L | P | S | M | L | P | S | M | L |
| 2 | S | M | L | P | S | M | L | P | S | M | L | P |
| 3 | M | L | P | S | M | L | P | S | M | L | P | S |
| 4 | L | P | S | M | L | P | S | M | L | P | S | M |

Keterangan :

P = *Shift* pagi

M = *Shift* malam

S = *Shift* siang

L = Libur

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

7.4 Kesejahteraan Karyawan

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang seperti: tunjangan, fasilitas kesehatan, transportasi, koperasi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), cuti, dan lain-lain.

1. Tunjangan

- a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

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

- b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
3. Pakaian kerja
Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya
4. Pengobatan
 - a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang
 - b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan

7.5 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dalam suatu perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi 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 meningkatnya 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 kearah yang sesuai.

7.5.1 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, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

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

Ada 3 alternatif yang bisa diambil, yaitu :

- 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi
- 2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya
- 3) 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 ketrampilan 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.

7.5.2 Pengendalian Proses

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 standar 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 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.

7.6 Tata Letak (*Lay Out*) Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan nilai praktis dan menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Perencanaan *lay out* pabrik meliputi perencanaan area penyimpanan, area proses dan *handling area*. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama yaitu:

- 1) Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol.
 - Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi
 - Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang dijual.
- 2) Daerah proses merupakan daerah tempat-tempat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.
- 3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
- 4) Daerah utilitas merupakan daerah kegiatan penyediaan air, *steam*, udara tekan dan listrik.

Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

- 1) Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan, jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

2) Pemasaran

Polyethylene merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh industri sebagai bahan baku utama, sehingga pendirian pabrik diusahakan dilakukan di kawasan industri.

3) Ketersediaan energi dan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik baik untuk air proses, pendingin atau kebutuhan lainnya. Sumber air biasanya berupa sungai, laut atau danau. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik.

4) Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi.

5) Kondisi geografis dan social

Lokasi pabrik sebaiknya terletak didaerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi pabrik yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

6) Luas area yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia, jika harga tanah amat tinggi maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain.

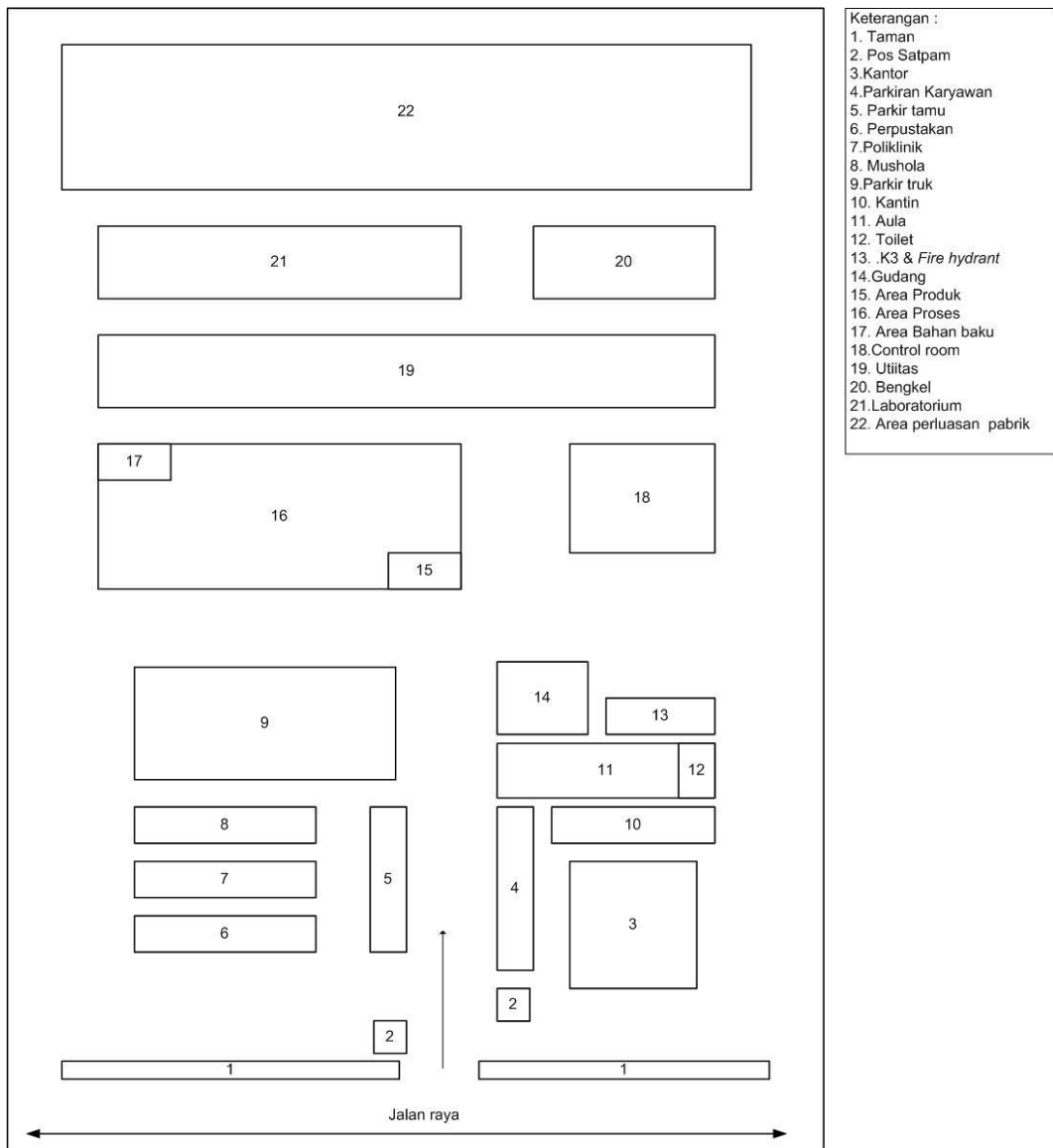
7) Fasilitas dan transportasi

8) Keamanan negara

Adapun luas tanah sebagai bangunan pabrik seperti terlihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 7.3 Luas Bangunan Pabrik

| No | Nama Bangunan | Ukuran (m) | Luas (m ²) |
|---------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | Area Pengembangan | 1,5 x area proses | 8400 |
| 2 | Angkel | 20 x 12 | 240 |
| 3 | Arah Proses | 80 x 45 | 3600 |
| 4 | Arah Utilitas | 60 x 15 | 900 |
| 5 | Ruang Pertemuan | 30 x 10 | 300 |
| 6 | Ruang | 35 x 12 | 420 |
| 7 | 3 dan <i>Fire Hydrant</i> | 13 x 10 | 130 |
| 8 | Rintin | 13 x 8 | 104 |
| 9 | Rintor | 40 x 20 | 645 |
| 10 | Laboratorium | 28 x 10 | 280 |
| 11 | Masjid | 15 x 10 | 150 |
| 12 | Perpustakaan | 13 x 10 | 130 |
| 13 | Klinik | 12 x 10 | 120 |
| 14 | Isi Keamanan | 2 x (5x 3) | 30 |
| 15 | Ruang Kontrol | 30 x 10 | 300 |
| 16 | Raman | 15 x 7 | 315 |
| 17 | Tempat Parkir karyawan | 13 x 10 | 390 |
| 18 | Tempat Parkir Truk | 20 x 10 | 200 |
| 19 | Unit Pengolahan Limbah | 17 x 8 | 136 |
| 20 | Ralan | 190 x 7 | 1330 |
| Total Luas bangunan | | | 20156 |



Gambr 7.2 Tata Letak Pabrik

7.7 Tata Letak Peralatan

Pengaturan tata letak peralatan proses pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi dan distribusi dapat berjalan lancar. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah:

1. Ekonomi

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi paling sedikit.

2. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 m atau lebih dan untuk pemipaan pada permukaan tanah harus diatur agar tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

3. Kebutuhan proses

Letak alat harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik dengan distribusi utilitas yang mudah.

4. Operasi

Peralatan yang membutuhkan lebih dari satu operator harus diletakkan dekat dengan control room. Valve, tempat pengambilan sampel dan instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

5. Perawatan

Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada heat exchanger yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan tube.

6. Keamanan

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap didalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

7. Perluasan dan pengembangan pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan

8. Lalu lintas manusia

Penempatan alat proses harus diatur sedemikian rupa sehingga pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah dan apabila terjadi gangguan alat proses dapat segera diatasi.

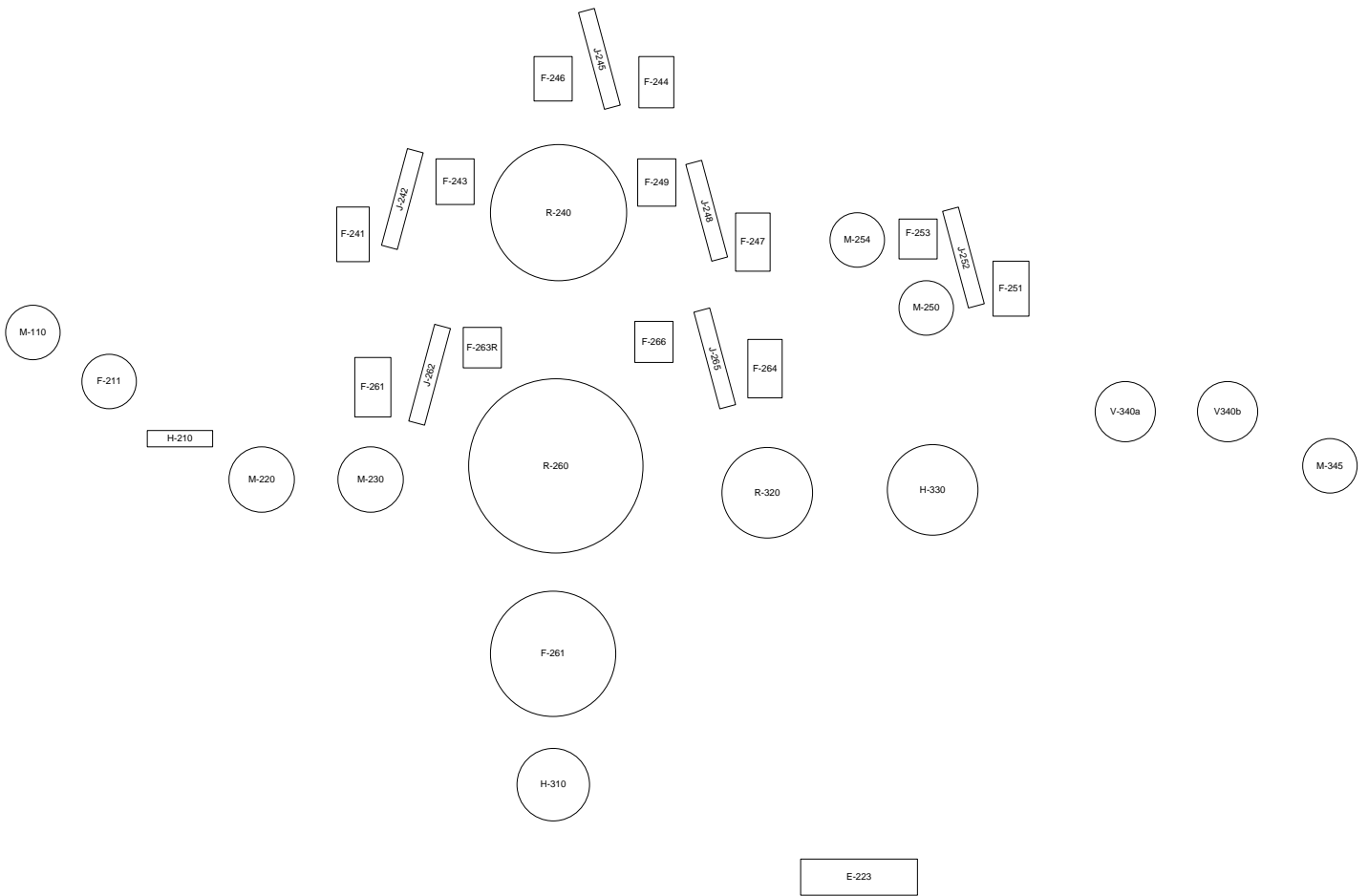
9. Aliran udara dan cahaya

Aliran udara didalam dan di sekitar alat proses perlu diperhatikan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Penerangan seluruh pabrik harus memadai terutama pada tempat proses yang berbahaya.

Tujuan perancangan tata letak alat-alat proses antara lain:

1. Kelancaran produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
3. Biaya material *handling* menjadi rendah sehingga urusan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
4. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja sehingga produktifitas meningkat.

Berikut ini gambaran tata letak peralatan:



Gambar 7.3 Tata Letak Alat Proses

BAB VIII EVALUASI EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tidak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
4. Analisis kelayakan
 - a. *Percent return on investment (ROI)*
 - b. *Pay out time (POT)*
 - c. *Break even point (BEP)*
 - d. *Shut down point (SDP)*
 - e. *Discounted cash flow (DCF)*

(Peters & Timmerhaus, 1991)

Dasar Perhitungan :

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| Kapasitas produksi | : 7.000 ton/tahun |
| Pabrik beroperasi | : 300 hari kerja |
| Umur alat | : 10 tahun |
| Nilai kurs | : 1 US \$ = Rp 14.475,00 |
| Tahun evaluasi | : 2014 |
| Upah buruh Indonesia | : Rp 25.000,00/ <i>man hour</i> |

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi adalah 300 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2014. Di dalam analisis ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisis. Untuk mencari harga pada tahun analisis, maka dicari index pada tahun analisis.

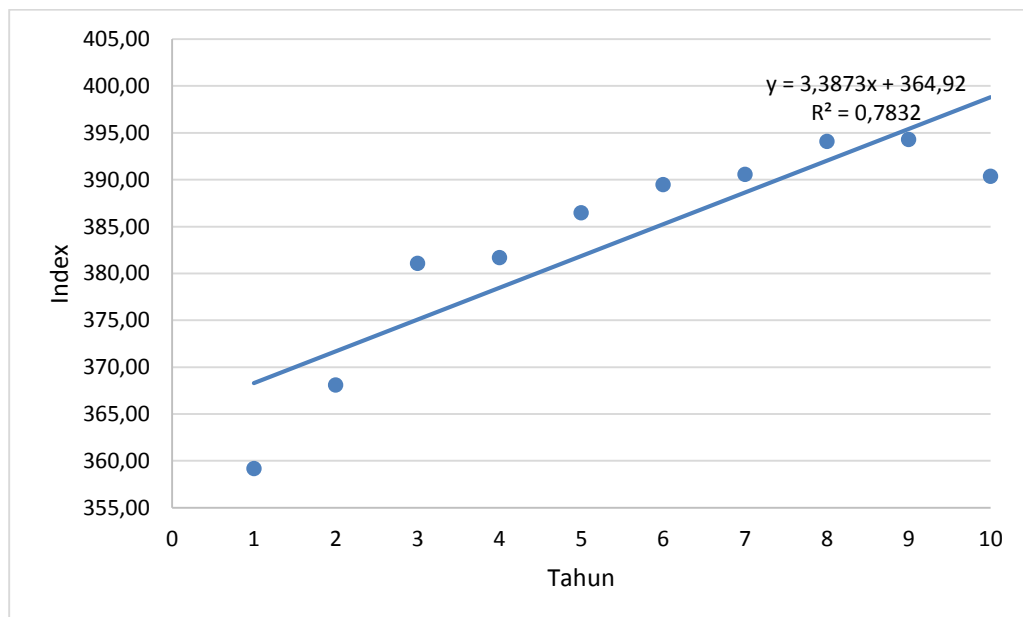
Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program *excel* dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 8.8 *Cost Index Chemical Plant*

| Tahun | Tahun ke | Index |
|-------|----------|--------|
| 1993 | 1 | 359,20 |
| 1994 | 2 | 368,10 |
| 1995 | 3 | 381,10 |
| 1996 | 4 | 381,70 |
| 1997 | 5 | 386,50 |
| 1998 | 6 | 389,50 |
| 1999 | 7 | 390,60 |
| 2000 | 8 | 394,10 |
| 2001 | 9 | 394,30 |
| 2002 | 10 | 395,60 |

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Dari table *cost index* tahun 1993-2002 diperoleh persamaan linear $y = 3,3873x + 364,92$ maka dengan demikian dapat dicari *cost index* pada tahun 2026



Grafik 8.2 Hubungan Tahun dengan *Cost Index*

Persamaan yang diperoleh adalah $y = 3,3873x + 364,92$ dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga index pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2026 adalah :

$$y = 3,3873x + 364,92 \\ = 480,078$$

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi dengan persamaan:

$$Ex = Ey \times \frac{Nx}{Ny}$$

Dalam hubungan ini :
Ex : Harga pembelian pada tahun 2026
Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (tahun 2014)
Nx : Index harga pada tahun 2026
Ny : Index harga pada tahun referensi (tahun 2014)

8.1 Perhitungan Biaya :

A. Investasi Modal (*Capital Investment*).

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*).

Modal tetap adalah investmentasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

2. Modal Kerja (*Working Capital Investment*).

Modal kerja adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

B. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*).

Manufacturing cost merupakan jumlah dari semua biaya langsung, maupun tidak langsung dan biaya-biaya tetap yang timbul akibat pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost meliputi :

1. Biaya produksi langsung (*Direct cost*) adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.
2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect cost*) adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.
3. Biaya tetap (*Fixed cost*) merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi : depresiasi, pajak asuransi dan sewa.

C. Pengeluaran Umum (*General Expenses*).

General expenses meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*

D. Analisis Kelayakan.

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan.

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

Percent Return On Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

$$Prb = \frac{Pb \times ra}{If} \qquad Pra = \frac{Pra \times ra}{If}$$

Dengan : Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

2. *Pay Out Time (POT)*

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

$$POT = \frac{If}{Pb \times rb + 0,1 \times Fa}$$

3. *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point adalah titik impas di mana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan.

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

Dimana : Sa = penjualan produk

Ra = *regulated cost*

Va = *variable cost*

Fa = *fixed manufacturing cost*

4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup .

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

8.2 Total Fixed Capital Investment

Tabel 8.9 Total *Fixed Capital Investment*

| FIXED CAPITAL INVESMENT | Rp |
|-----------------------------------|---------------------------|
| PEC | 65.807.667.176,15 |
| Instalasi | 28.297.296.885,75 |
| Pemipaan | 52.646.133.740,92 |
| Isolasi | 5.264.613.374,09 |
| Instrument | 19.742.300.152,85 |
| Listrik | 13.161.533.435,23 |
| Tanah | 50.875.000.000,00 |
| Bangunan | 50.875.000.000,00 |
| Pengembangan | 14.442.000.000,00 |
| Jumlah DC | 315.553.544.764,99 |
| Engineering & Conctruction, 8% DC | 25.244.283.581,20 |
| Construction expenses, 10%DC | 31.555.354.476,50 |
| Contractor's fee, 2% - 8% DC | 15.777.677.238,25 |
| Jumlah IC | 72.577.315.295,95 |
| Jumlah FCI | 388.130.860.060,93 |
| Contingency, 8% | 31.050.468.804,87 |
| Start Up expenses, 8 - 10% FCI | 31.050.468.804,87 |

8.3 Working Capital

Modal kerja atau *Working Capital Investment* (WCI) adalah seluruh modal yang dibutuhkan untuk membiayai seluruh kegiatan operasional perusahaan, dari awal produksi sampai terkumpulnya hasil penjualan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan perputaran biaya operasional pabrik sehari-hari. Modal kerja, meliputi :

Pembelian bahan baku dan bahan penunjang

2. Pembayaran gaji karyawan
3. Biaya pemeliharaan dan perbaikan
4. Biaya pengemasan dan distribusi produk
5. Biaya operasional produksi, misalnya untuk pembayaran listrik ataupun biaya produksi lainnya selama produksi. Biaya ini tergantung pada kuantitas produksinya
6. Persediaan perlengkapan kesehatan kerja
7. Modal kerja tak terduga

Perbandingan *working capital* terhadap *total capital investment* bervariasi untuk perusahaan yang berbeda, namun sebagian besar pabrik menggunakan *working capital* awal sebesar 10% – 20% dari *total capital investment* (Peters & Timmerhaus, 1991)

$$WCI = 12\% TCI$$

$$TCI = FCI + WCI$$

$$TCI = \text{Rp } 456.624.541.248,16$$

$$WCI = \text{Rp } 54.794.944.949,78$$

8.4 Manufacturing Cost

Tabel 8.3 *Manufacturing Cost*

| <i>Direct Production Costs (DPC)</i> | Rp |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Bahan Baku | 1.031.141.594.741,00 |
| Operating Labor | 5.976.900.000,00 |
| Supervisi | 717.228.000,00 |
| Maintenance and Repair | 1.643.848.348,00 |
| UPL | 21.231.267.474,00 |
| Operating Supplies | 197.261.802,00 |
| Royalty | 9.288.125.000,00 |
| Laboratorium | 717.228.000,00 |
| Total DPC | 1.070.913.453.365,00 |
| <i>Fixed Changes (FC)</i> | Rp |
| Depresiasi | 38.813.086.006,00 |
| Pajak | 3.881.308.601,00 |
| Plant Overhead Cost | 208.087.685.843,00 |
| Asuransi | 3.881.308.601,00 |
| Total FC | 254.663.389.050,00 |

8.5 General Expenses

Tabel 8.4 *General Expenses*

| General Expense | |
|--|------------------------------|
| <i>Administrative cost</i> | Rp 69.362.561.948,00 |
| <i>Distribution and marketing cost</i> | Rp 208.087.685.843,00 |
| <i>Research and development cost</i> | Rp 121.384.483.408,00 |
| <i>Finance</i> | Rp 22.831.227.062,00 |
| Total GE | Rp 421.665.958.261,00 |

8.6 Analisis Ekonomi

$$\begin{aligned} \text{Biaya produksi total (TPC)} &= \text{manufacturing cost} + \text{general expenses} \\ &= \text{Rp } 872.908.398.293,64 \end{aligned}$$

Keuntungan :

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| Harga jual (Sa) | = Rp 928.812.500.000,00 |
| Total cost | = Rp 829.316.983.505,79 |
| Keuntungan sebelum pajak | = Rp 99.495.516.494,21 |
| Pajak 30% dari keuntungan | = Rp 29.848.654.948,26 |
| Keuntungan sesudah pajak | = Rp 69.646.861.545,95 |

8.6.1 Return On Investment (ROI)

Salah satu cara yang paling umum untuk menganalisis keuntungan dari suatu pabrik baru adalah *percentreturn on investment* yaitu kecepatan tahunan dimana keuntungan-keuntungan akan mengembalikan investasi (modal). Dalam bentuk dasar ROI dapat didefinisikan sebagai rasio (perbandingan) yang dinyatakan dalam prosentase dari keuntungan tahunan dengan investasi modal.

$$\text{Prb} = \frac{\text{Pb}}{\text{If}} \qquad \text{Pra} = \frac{\text{Pa}}{\text{If}}$$

Dengan : Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

$$\begin{aligned} \text{ROI sebelum pajak} &= \frac{99.495.516.494,21}{456.624.541.248,16} \times 100\% \\ &= 38,86\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ROI sesudah pajak} &= \frac{69.646.861.545,95}{456.624.541.248,16} \times 100\% \\ &= 25,2\% \end{aligned}$$

8.6.2 Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah jangka waktu pengembalian modal yang ditanam berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$POT = \frac{FCI}{Pb + 0,1FCI}$$

$$POT = \frac{388.130.860.060,93}{99.495.516.494,21 + (0,1 \times 388.130.860.060,93)}$$

$$= 2,02$$

Jadi POT sebelum pajak = 2,02 tahun

$$POT = \frac{FCI}{Pa + 0,1FCI}$$

$$POT = \frac{388.130.860.060,93}{69.646.861.545,95 + (0,1 \times 388.130.860.060,93)}$$

$$= 2,53$$

Jadi POT sesudah pajak = 2,53 tahun

8.6.3 Break even point (BEP)

Break even point merupakan titik batas suatu pabrik dapat dikatakan tidak untung tidak rugi. Dengan kata lain, *break even point* merupakan kapasitas produksi yang menghasilkan harga jual sama dengan *total cost*.

Tabel 8.5 *Fixed Cost*

| Fixed Cost (Fa) | Rp |
|---------------------|-------------------|
| <i>Depreciation</i> | 38.813.086.006,09 |
| Pajak | 3.881.308.600,61 |
| <i>Insurance</i> | 3.881.308.600,61 |
| | 46.575.703.207,31 |

Tabel 8.6 *Variable Cost*

| Variable cost (Va) | Rp |
|---------------------------|----------------------|
| Bahan Baku | 1.031.141.594.740,83 |
| <i>Royalty and Patent</i> | 9.288.125.000,00 |
| Utilitas | 37.455.184.729,03 |
| | 1.077.884.904.469,85 |

Tabel 8.7 *Regulated Cost*

| Regulated Cost (Ra) | Rp |
|---------------------|--------------------|
| Labour | 717.228.000,00 |
| Maintenance | 1.643.848.348,49 |
| Operating Supplies | 197.261.801,82 |
| Laboratory | 717.228.000,00 |
| Direct Supervisory | 717.228.000,00 |
| Plant Overhead | 208.087.685.842,66 |
| General Expense | 421.665.958.260,84 |
| | 633.746.438.253,82 |

$$\begin{aligned}
 BEP &= \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% \\
 &= \frac{46.575.703.207,31 + (0,3 \times 633.746.438.253,82)}{928.812.500.000,00 - 1.077.884.904.469,85 - (0,7 \times 633.746.438.253,82)} \times 100\% \\
 &= 43,33 \%
 \end{aligned}$$

8.6.4 Shut down point (SDP)

Shut down point adalah suatu titik dimana pada kondisi itu, jika proses dijalankan maka perusahaan tidak akan memperoleh laba meskipun pabrik masih bisa beroperasi.

$$\begin{aligned}
 SDP &= \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3 \times 633.746.438.253,82}{928.812.500.000,00 - 1.077.884.904.469,85 - (0,7 \times 633.746.438.253,82)} \times 100\% \\
 &= 23,29 \%
 \end{aligned}$$

8.6.5 Discounted Cash Flow (DCF)

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

$$(FC + WC)(1 + i)^n - (SV + WC) = C(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1$$

Dimana : $C = \text{Annual cost} = \text{Rp. } 68.493.681.187$

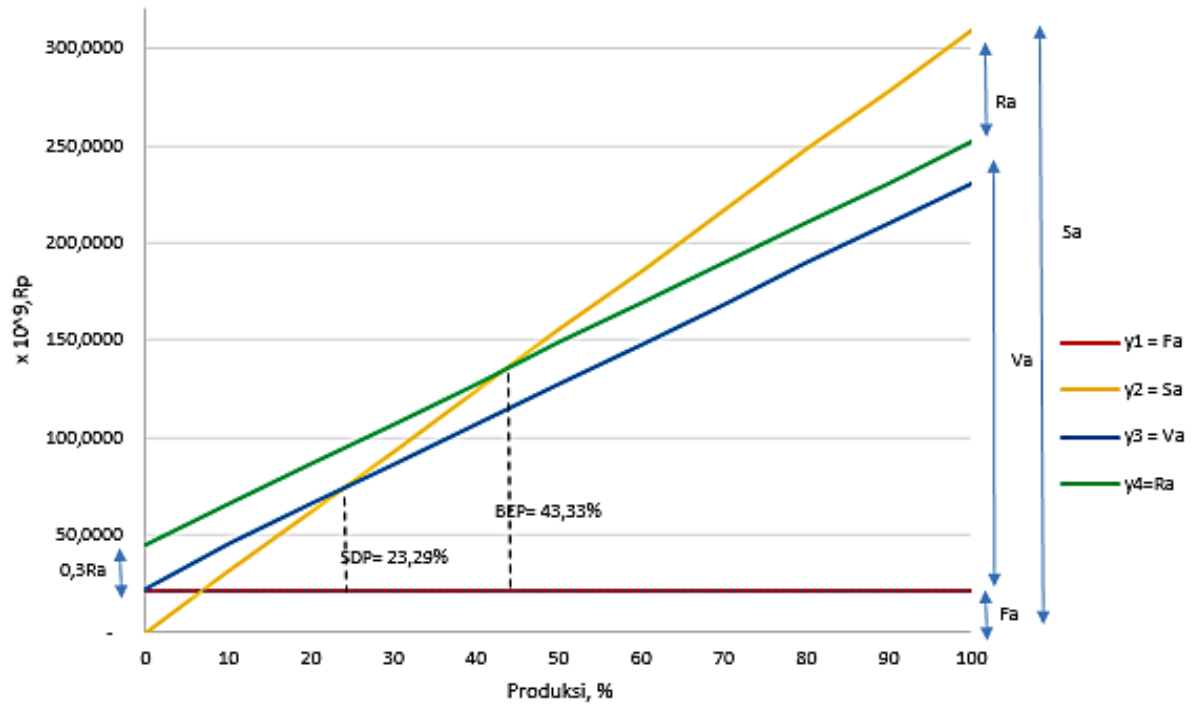
$SV = \text{Salvage value (harga tanah)} = \text{Rp. } 38.813.086.006$

$WC = \text{Working capital} = \text{Rp}54.794.944.950$

$FC = \text{Fixed capital} = \text{Rp. } 388.130.860.061$

Dengan *trial and error* diperoleh $i = 22,5 \%$

Grafik BEP dan SDP pabrik Asam laktat ditunjukkan oleh Gambar 8.2 berikut.



Gambar 8.2 Grafik Analisis Ekonomi

BAB IX KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan kondisi operasi dan pengadaan bahan baku pabrik aseton sianohidrin ini termasuk beresiko sedang. Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pabrik asam laktat dari molase dengan proses fermentasi kapasitas 7.000 ton/tahun setelah dilakukan perancangan awal, dari segi teknik dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.
2. Dari segi ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini memiliki resiko yang sedang serta layak dan menarik untuk didirikan, karena memiliki indikator keekonomian yang relatif baik yaitu:

Tabel 9.1.1. Analisis Kelayakan Ekonomi

| No | Analisis Kelayakan | Kriteria | Hasil Perhitungan |
|----|--------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | Laba sebelum pajak | | Rp 99.495.516.494,21 |
| | Laba sesudah pajak | | Rp 69.646.861.545,95 |
| 2 | ROI sesudah pajak | Minimum 11% | 25,2% |
| 3 | POT sesudah pajak | Maksimum 5 tahun | 2,53 tahun |
| 4 | BEP | 40%-60% | 43,3% |
| 5 | SDP | | 23,29 % |
| 6 | DCF | Minimum 15% - 20% | 22,5% |

DAFTAR PUSTAKA

- Calabia, B. P., and Tokiwa, Y. 2007. Production of D-Lactic Acid from Sugarcane Molasses, Sugarcane Juice and Sugar Beet Juice by *Lactobacillus delbrueckii* Biothecnology Letters, 29(9): 1329-1332.
- Cinantya, P. 2015. Ekstraksi Asam Oksalat dari Tongkol Jagung dengan Pelarut HNO_3 . Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Semarang.
- CRC Press LLC. 2000. Standar Thermodynamic Properties of Chemical Substances.
- Departemen Perindustrian. 2017. Komoditas Ekspor dan Impor Asam Laktat tahun 2002-2016. Jakarta: Departemen Perindustrian.
- Jin B., Pinghe Y., Yibong, M., and Ling, Z. O. 2005. Production of Lactic Acid and Fungal Biomassa by *Rhizopus Fungi* from Food Processing Waste Streams. Jurnal Ind. Microbiol. Biotechnol, Environmental Biotechnology, Australia, 32: 678-686.
- Keller, R. and Dunn, I. 1987. Fed Batch Microbial Culture Models, Errors and Application. J. App. Chem. Tech. Biotechnol., 28: 508– 514.
- Kirk, R. E., and Othmer, D. F. 1998. Encyclopedia of Chemical Technology. Vol. 18. Interscience Publishing Inc. New York
- Narayanan, N., Rhoichoudhury, P. K., and Srivastava, a. 2004. L(+) Lactic Acid Fermentation and its Product Polymerization. Electronic Journal of Biotechnology, 7(2): 167-179.
- Paturau, J.M. 1989. Sugar Series by Products of The Cane Sugar Industry. An Introduction to Their Industrial Utilization, third completely revised edition. New York: Elsevier Science Publishing Company Inc.
- Perry, R.H. 1999. Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition. Singapore :The McGraw-Hill Companies
- Pinelli, D., Vara, A.G. and Magelli, F. 1997. Assesment of Kinetics Models for the Production of D and L lactic Acid Isomer by *L. casei* and *L. Cornyniformis* in

Continuous Fermentation”, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 83 (2): 209–212.

Russel, P.D. 1987. *Fermentation and Bioreactor Design*. Elsevier Applied Science, London.

Schroeder, D. V. 1999. *An Introduction to Thermal Physic*.

Sraag, A.H. 1988, *Biotechnology for Engineers, Biological System in Technological Processes*, John Wiley and Sons Ltd., England.

Suryana, R. N., Sarianti, T dan Feryanto. 2012. Kelayakan Industri Kecil Bioetanol Berbahan Baku Molasse di Jawa Tengah. *Jurnal Managemen dan Agribisnis*, 9(2): 127-136.

Ullmann. 2006. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Vol. 12. Wilhelm Fifth Completely Revised Edition of Germany.

Yaws, C. L. 1996. *Handbook of Thermodynamic Diagrams*. Texas : Gulf Publishing Company

Zhang, Z. and Jin, B. 2009. L(+) Lactic Acid Production Using Sugarcane Molasses and Waste Potato Starch An Alternative Approach. *Proc Aust Soc Sugar Cane Technol*, 31: 372-379.

id.m.wikipedia.org

Lipi.go.id

www.agrotekno-lab.com

www.duniakimiautama.com

www.gunungmadu.co.id

www.kurniamineral.com