

**PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG)
DARI MOLASE KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Nikie Noveza Sugianto Nama : Fadiyah Idzni

NIM : 18521082 NIM : 18521070

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

YOGYAKARTA

2022

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG)
DARI MOLASE KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nikie Noveza Sugianto Nama : Fadiah Idzni
NIM : 18521082 NIM : 18521070

Yogyakarta, 11 November 2022

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

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



Nama : Nikie Noveza Sugianto
NIM : 18521082



Nama : Fadiah Idzni
NIM : 18521070

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG)
DARI MOLASE KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Nikie Noveza Sugianto Nama : Fadiyah Idzni
NIM : 18521082 NIM : 18521070

Yogyakarta, 11 November 2022

Pembimbing I

Pembimbing 2



Ifa Puspasari S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP 155210506



Dr. Diana S.T., M.Sc.

NIP 005210101

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG)
DARI MOLASE KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Nikie Noveza Sugianto Nama : Fadiah Idzni
NIM : 18521082 NIM : 18521070

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

Yogyakarta, 21 Desember 2022

Tim penguji,

Ifa Puspasari S.T., M.Eng., Ph.D.

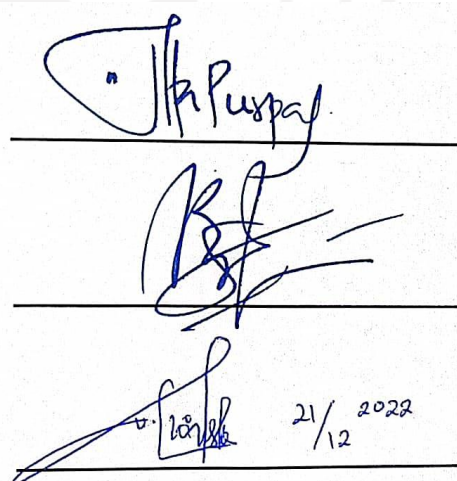
Ketua Penguji

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

Penguji I

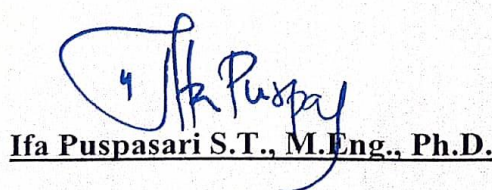
Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.

Penguji II



Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ifa Puspasari S.T., M.Eng., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Penyusunan tugas akhir yang berjudul “**PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG) DARI MOLASE KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN**”, merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua kami tercinta atas do'a, kasih sayang serta bantuan dorongan moril maupun materil.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo** selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu **Ifa Puspasari S.T., M.Eng., Ph.D.** selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia, sekaligus selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, atas bimbingan serta waktu yang telah diberikan
4. Ibu **Dr. Diana S.T., M.Sc.** selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan serta waktu yang telah diberikan.
5. *Partner* tugas akhir Pra Rancangan penulis atas kerjasama dan kekompakannya dalam penyusunan tugas akhir, serta memberikan dorongan semangat.
6. Teman – teman seperjuangan Teknik Kimia 2018 Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah mendukung, memberikan semangat, serta masukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Serta semua pihak yang telah membantu kami hingga terselesainya laporan Tugas Akhir ini.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya mendapatkan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan dapat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Terimakasih kepada kedua orang tua saya Alm. Bapak Chairunnas Ibrahim dan Ibu Iswari serta kakak Fildza Abidah yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar selalu berbakti, bermanfaat, dan dapat membahagiakan suatu hari nanti.

Terima kasih kepada Ibu Ifa Puspasari S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Dr. Diana S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II. Terima kasih atas waktu, ilmu, bimbingan, dan arahannya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik. Terima kasih partner saya Nikie Noveza Sugianto sebagai partner perancangan pabrik saya ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan diwaktu dan tempat yang terbaik.

Terima kasih juga untuk teman-teman teknik kimia, sahabat yang selalu membantu dikala kesulitan dalam mengerjakan. Dan tak lupa saya juga mengucapkan terimakasih kepada teman-teman dekat di jurusan teknik kimia yang tergabung dalam grup Kuy Gas Ngeng (Heppy, Dhani, Galih, Annisa, Putri, Rizkie, Tsania, Fitrah, dan Zukhruf) yang telah meluangkan waktu untuk sama sama berproses, mensupport, membantu, serta menghibur dikala pengerjaan tugas akhir yang terasa jenuh. Semoga apa yang menjadi mimpi-mimpi kita bisa terwujud dikemudian hari (Aamiin).

Fadiah Idzni

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya mendapatkan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan dapat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Sugianto dan Ibu Masniah serta Abang saya Fengkie Junis dan adek adek saya Luckie Loveanis, Vickie Ashri Noviani Sugianto, Divkie Safitra Sugianto, Yukie Aulian Sugianto yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar selalu berbakti, bermanfaat, dan dapat membahagiakan suatu hari nanti.

Terima kasih kepada Ibu Ifa Puspasari S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Dr. Diana S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II. Terima kasih atas waktu, ilmu, bimbingan, dan arahnya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik. Terima kasih partner sekaligus pacar saya Fadiah Idzni sebagai partner tugas akhir saya ini, telah terus berjuang, memberi masukan serta berbagi pikiran dan bekerja sama dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan di waktu dan tempat yang terbaik.

Terima kasih juga untuk teman-teman teknik kimia, sahabat yang selalu membantu dikala kesulitan dalam mengerjakan. Dan tak lupa saya juga mengucapkan terimakasih kepada teman-teman dekat di jurusan teknik kimia yang tergabung dalam grup Kuy Gas Ngeng (Heppy, Dhani, Galih, Annisa, Putri, Rizkie, Tsania, Fitrah, dan Zukhruf) yang telah meluangkan waktu untuk sama sama berproses, mensupport, membantu, serta menghibur dikala pengerjaan tugas akhir yang terasa jenuh. Semoga apa yang menjadi mimpi-mimpi kita bisa terwujud dikemudian hari.

Nikie Noveza Sugianto

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.3. Tinjauan Pustaka	6
1.4.1. Proses Hidrolisis.....	6
1.4.2. Proses Sintesis	7
1.4.3. Proses Fermentasi.....	8
1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum	10
1.4. Tinjauan Termodinamika Dan Kinetika	10
BAB II PERANCANGAN PRODUK	13
2.1. Spesifikasi Produk	13
2.1.1. Monosodium Glutamat.....	13
2.1.2. Dihidrogen Monoksida.....	13
2.1.3. Asam Glutamat.....	13
2.1.4. Karbon Dioksida	14
2.2. Spesifikasi Bahan.....	14
2.2.1. Natrium Hidrooksida.....	14
2.2.2. Oksigen	15
2.2.3. Molase	15
2.2.4. Amonia.....	15
2.3. Pengendalian Kualitas.....	16
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	16
2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk	16
BAB III PERANCANGAN PROSES	18
3.1. Diagram alir Proses dan Material	18
3.2. Uraian Proses	19

3.2.1.	Sterilisasi	19
3.2.2.	<i>Seeding</i>	19
3.2.3.	Fermentasi	19
3.2.4.	Evaporasi	20
3.2.5.	Netralisasi	20
3.2.6.	Dekolorisasi	20
3.2.7.	Filter	20
3.2.8.	Kristalisasi	21
3.2.9.	Sentrifugasi	21
3.2.10.	Pengeringan	21
3.2.11.	<i>Storage</i>	21
3.3.	Spesifikasi Alat	23
3.3.1.	Spesifikasi Alat <i>Mixer</i> dan Reaktor	23
3.3.2.	Spesifikasi Alat Pemisah	27
3.3.3.	Spesifikasi Alat Penyimpanan	30
3.3.4.	Spesifikasi Alat Transportasi	34
3.3.5.	Spesifikasi Alat Penukar Panas	42
3.4.	Neraca Massa	46
3.4.1.	Sterilisasi (<i>HE</i> dan <i>CL</i>)	46
3.4.2.	<i>Seeding</i>	46
3.4.3.	<i>Fermentor</i>	47
3.4.4.	<i>Filter Press-01</i>	47
3.4.5.	<i>Reaktor</i>	48
3.4.6.	<i>Mixer</i>	48
3.4.7.	<i>Filter Press-02</i>	49
3.4.8.	<i>Evaporator</i>	49
3.4.9.	<i>Kristalisator</i>	50
3.4.10.	<i>Centrifuge</i>	50
3.4.11.	<i>Rotary Dryer</i>	51
3.5.	Neraca Panas	51
3.5.1.	<i>Heater</i>	51
3.5.2.	<i>Cooler</i>	51
3.5.3.	<i>Seeding</i>	52
3.5.4.	<i>Fermentor</i>	52
3.5.5.	<i>Reaktor</i>	52
3.5.6.	<i>Evaporator</i>	52
3.5.7.	<i>Rotary Dryer</i>	53
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		54
4.1.	Lokasi Pabrik	54
4.1.1.	Sumber dan Fasilitas Air	55
4.1.2.	Ketersediaan Sumber Bahan Baku	55
4.1.3.	Pemasaran	55
4.1.4.	Ketersediaan Sumber Daya Manusia (SDM)	55
4.1.5.	Saran Transportasi	56
4.2.	Tata Letak Pabrik	56
4.2.1.	Area Perkantoran dan Laboratorium	56

4.2.2.	Area Proses Produksi dan Ruang Kontrol	56
4.2.3.	Area Pergudangan, Bengkel, dan Garasi	56
4.2.4.	Area Taman dan Fasilitas Umum	56
4.2.5.	Area Utiliitas.....	57
4.2.6.	Area Pengolahan Limbah.....	57
4.2.7.	Area Perluasan	57
4.3.	Tata Letak Mesin/Alat Proses	59
4.3.1.	Aliran Bahan Baku dan Produk	59
4.3.2.	Aliran Udara	59
4.3.3.	Pencahayaan.....	59
4.3.4.	Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan	59
4.3.5.	Pertimbangan Ekonomi.....	59
4.3.6.	Jarak Antar Alat Proses.....	59
4.3.7.	Maintenance.....	60
4.4.	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	63
4.5.	Organisasi Perusahaan	63
4.5.1.	Bentuk Perusahaan	63
4.5.2.	Struktur Organisasi	64
4.5.3.	Ketenagakerjaan	67
4.5.4.	Jadwal Kerja Karyawan.....	68
4.5.5.	Perincian Jabatan dan Jenjang Pendidikan	69
4.5.6.	Kesejahteraan Karyawan	71
4.5.7.	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	72
BAB V UTILITAS.....		75
5.1.	Unit Penyedia dan Pengolahan Air	75
5.1.1.	Proses Penyaringan Awal.....	75
5.1.2.	Pengendapan Fisis	75
5.1.3.	Flokulasi.....	75
5.1.4.	Pernyaringan	76
5.1.5.	Demineralisasi.....	76
5.1.6.	Dearasi.....	76
5.1.7.	Air Pendingin	78
5.1.8.	Kebutuhan Air Domestik	79
5.1.9.	Kebutuhan Air <i>Service</i>	79
5.1.10.	Kebutuhan Air Pemanas.....	79
5.1.11.	Total Kebutuhan Air	80
5.2.	Unit Pembangkit <i>Steam</i>.....	80
5.3.	Unit Pembangkit Listrik.....	80
5.4.	Unit Penyedia Bahan Bakar	83
5.5.	Unit Pengadaan Udara Tekan	83
5.6.	Unit Pengolahan Limbah	83
5.7.	Unit <i>Refrigerant</i>	84
BAB VI EVALUASI EKONOMI.....		85

6.1.	Penaksiran Harga Alat	85
6.2.	Dasar Perhitungan	86
6.3.	Perhitungan Biaya	87
6.3.1.	<i>Capital Investment</i>	87
6.3.2.	<i>Manufacturing Cost</i>	88
6.3.3.	<i>General Expanse</i>	90
6.4.	Analisis Keuntungan	90
6.4.1.	Keuntungan Sebelum Pajak	90
6.4.2.	Keuntungan Setelah Pajak	90
6.5.	Analisis Kelayakan	91
6.5.1.	<i>Return on Investment (ROI)</i>	91
6.5.2.	<i>Pay Out Time (POT)</i>	91
6.6.	<i>Break Even Point (BEP)</i>	92
6.7.	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	93
6.8.	<i>Discounted Cash Flow of Return (DCFR)</i>	93
6.9.	Analisis Risiko Pabrik	95
6.9.1.	<i>Operasional Risk</i>	95
6.9.2.	<i>Financial Risk</i>	96
6.9.3.	<i>Strategic Risk</i>	96
BAB VII PENUTUP		97
7.1.	Kesimpulan	97
7.2.	Saran	97
DAFTAR PUSTKA		100
LAMPIRAN A		A-1
LAMPIRAN B		B-1
LAMPIRAN C		C-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Pabrik Msg Yang Telah Berdiri Beserta Kapasitasnya	2
Tabel 1.2. Pabrik Penyedia Molase	3
Tabel 1.3. Perbandingan Proses	9
Tabel 1.4. Harga $\Delta h^{\circ}_F 298$ Keadaan Standar	11
Tabel 1.5. Harga $\Delta g^{\circ}_F 298$ Keadaan Standar	11
Tabel 3.1. Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan	30-33
Tabel 3.2. Spesifikasi Alat Transportasi Bahan.....	34-42
Tabel 3.3. Spesifikasi Alat <i>Heater</i>	42
Tabel 3.4. Spesifikasi Alat <i>Cooler</i>	43
Tabel 3.5. Spesifikasi Alat <i>Evaporator</i>	44
Tabel 3.6. Spesifikasi Alat <i>Rotary Dryer</i>	45
Tabel 3.7. Neraca Massa Sterilisasi (<i>HE dan CL</i>)	46
Tabel 3.8. Neraca Massa <i>Seeding</i>	46
Tabel 3.9. Neraca Massa <i>Fermentor</i>	47
Tabel 3.10. Neraca Massa <i>Filter Press-01</i>	47
Tabel 3.11. Neraca Massa Reaktor	48
Tabel 3.12. Neraca Massa <i>Mixer</i>	48
Tabel 3.13. Neraca Massa <i>Filter Press-02</i>	49
Tabel 3.14. Neraca Massa <i>Evaporator</i>	49
Tabel 3.15. Neraca Massa Kristalisator	50
Tabel 3.16. Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	50
Tabel 3.17. Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	51
Tabel 3.18. Neraca Panas <i>Heater</i>	51
Tabel 3.19. Neraca Panas <i>Cooler</i>	51
Tabel 3.20. Neraca Panas <i>Seeding</i>	52
Tabel 3.21. Neraca Panas <i>Fermentor</i>	52
Tabel 3.22. Neraca Panas Reaktor	52

Tabel 3.23. Neraca Panas <i>Evaporator</i>	52
Tabel 3.24. Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	53
Tabel 4.1. Luas Area Bangunan.....	57
Tabel 4.2. Luas Alat Proses	60
Tabel 4.3. Jadwal <i>Shift</i> Kerja Karyawan.....	69
Tabel 4.4. Perincian Jabatan dan Jenjang Pendidikan	70
Tabel 4.5. Sistem Gaji Karyawan	73
Tabel 5.1. Kebutuhan Air Pendingin	78
Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pemanas	79
Tabel 5.3. Total Kebutuhan Air	80
Tabel 5.4. Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	81
Tabel 5.5. Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....	82
Tabel 5.6. Total Kebutuhan Daya Listrik	83
Tabel 6.1. <i>Physical Plant</i>	87
Tabel 6.2. <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	87
Tabel 6.3. <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	88
Tabel 6.4. <i>Working Capital Investment (WCI)</i>	88
Tabel 6.5. <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	88
Tabel 6.6. <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	89
Tabel 6.7. <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	89
Tabel 6.8. Total <i>Manufacturing Cost (TMC)</i>	90
Tabel 6.9. <i>General Expense</i>	90
Tabel 6.10. Total <i>Production Cost</i>	90
Tabel 6.11. <i>Annual Fixed Cost (Fa)</i>	92
Tabel 6.12. <i>Annual Regulated Cost (Ra)</i>	92
Tabel 6.13. <i>Annual Variable Value (Va)</i>	92
Tabel 6.14. <i>Annual Sales Value (Sa)</i>	93

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1.1. Data Impor Msg	4
Grafik 1.2. Data Ekspor Msg.....	5
Grafik 6.1. Grafik Tahun vs Indeks Harga	86
Grafik 6.2. Analisis Kelayakan	94



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif	18
Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif	22
Gambar 4.1. Lokasi Lahan Pabrik Berdiri	54
Gambar 4.2. Tata Letak Pabrik	58
Gambar 4.3. Tata Letak Mesin.....	62
Gambar 5.1. Diagram Alir Pengolahan Air	77



ABSTRAK

Monosodium glutamat atau yang biasa dikenal masyarakat dengan singkatan MSG, adalah garam natrium yang berasal dari asam glutamat, MSG memiliki cita rasa unik, yaitu terdapat rasa manis, asin, asam, dan pahit. Rasa gurih dan nikmat pada masakan. data konsumsi MSG Indonesia dilakukan dengan melakukan pendekatan data dari buku “*Review Monosodium Glutamat How To Understand It Properly*” konsumsi MSG sebesar 1,53 gram/kapita/hari. Pra rancangan pabrik monosodium glutamat berkapasitas 38.000 ton/tahun dengan bahan baku molase akan didirikan di Lamongan, Jawa Timur. Pabrik MSG akan beroperasi 330 hari dalam setahun. Metode pembuatan MSG memerlukan dua kali reaksi, reaksi pertama dengan melakukan fermentasi terhadap molase sebanyak 6.347 kg/jam, udara dan NH₃ dengan bantuan bakteri *Micrococcus Glutamicus* menjadi Asam Glutamat sebanyak 5.080 kg/jam, dilakukan pada suhu 35°C selama 48 jam, lalu larutan akan dipisahkan dari bakteri dengan menggunakan alat *filter press*, kemudian dilakukan reaksi kedua dengan mereaksikan asam glutamat dengan NaOH sehingga terbentuk Monosodium Glutamat sebanyak 4.671 kg/jam, dilakukan pada suhu 35°C. Produk yang masih berwarna coklat akan dilakukan dekolonisasi dengan ditambahkan karbon aktif sebanyak 5% (w/v) akan menyerap zat warna dan zat pengotor. Lalu produk akan dialirkan kedalam *filter press* agar karbon aktif akan terpisah dari produk, Lalu akan dilakukan pemekatan dalam alat evaporator, selanjut produk akan dikristalkan dan dipisahkan dari cairan menggunakan *centrifuge* dan dilanjutkan dengan dikeringkan dalam rotary dryer, produk diangkat dan disimpan dalam *storage*. Utilitas yang di butuhkan yaitu kebutuhan air *domestik* sebesar 8.553 kg/jam, kebutuhan air *service* sebesar 750 kg/jam, kebutuhan air pendingin sebesar 444.666 kg/jam, kebutuhan air pencuci sebesar 3.117 kg/jam, kebutuhan air pemanas yang diolah menjadi steam 8.889 kg/jam, Kebutuhan listrik 1.367 kW, kebutuhan *fuel oil* sebesar 1.224,5 L/jam, kebutuhan solar sebesar 211,54 L/jam. Setelah dilakukan analisis evaluasi ekonomi maka didapatkan modal tetap sebesar Rp528.702.978.579, modal kerja Rp567.259.854.651, keuntungan sebelum pajak Rp193.615.063.825, ROI sebelum pajak sebesar 36,62%, POT sebelum pajak adalah sebesar 2,14 tahun, BEP sebesar 47,23%, *Shut down point* (SDP) sebesar 29,93% dan *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) sebesar 22,14%. Hasil analisis sifat bahan dan kondisi operasi menunjukkan bahwa pabrik MSG ini memiliki tingkat risiko rendah (*low risk*). Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik MSG layak untuk didirikan.

Keyword : Fermentasi, *Micrococcus Glutamicus*, Molase, Monosodium Glutamat, Pra Rancangan Pabrik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu jenis bahan tambahan pangan yang sering digunakan oleh industri pangan dan masyarakat hingga saat ini yaitu adalah monosodium glutamat. MSG memiliki cita rasa unik, yaitu terdapat rasa manis, asin, asam, dan pahit. Rasa gurih dan nikmat pada masakan dapat dihasilkan oleh MSG, atau yang dikenal dalam Bahasa Jepang dengan istilah “umami”. Setelah selesai produksi, MSG diasumsikan memiliki mutu yang terbaik dan optimal.

Monosodium glutamat atau yang biasa dikenal masyarakat dengan singkatan MSG, adalah garam natrium yang berasal dari asam glutamat. Asam glutamat merupakan asam amino non esensial yang bisa ditemukan secara segar dan berlimpah pada alam. Monosodium glutamat telah digunakan secara luas untuk zat aditif, terdiri dari 78% asam glutamat dan 22% sisanya dari natrium dan air dalam bentuk L-glutamat. MSG memiliki rumus kimia $C_5H_8O_4NNaH_2O$ dan memiliki berat molekul 187,13 g/mol serta terdiri dari 12,2% natrium, 78,2% glutamat, dan 9,6% H_2O (Food Standards Australia New Zealand, 2003).

Di daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur, banyak ditemukan pabrik untuk proses pembuatan MSG yang merupakan hasil samping dari penggilingan gula dan dari bahan nabati lainnya, seperti tapioka dan sejenisnya. Hasil samping ini yang dinamakan tetes tebu atau molase. Batang dari tanaman tebu adalah sumber gula yang memiliki presentase gula atau rendemen yang hanya berkisar sekitar 10-15%. Molase atau tetes tebu adalah sisa dari pengolahan batang tebu tersebut, yang proses untuk memperolehnya adalah dengan tahap memisahkan kristal gula dan larutan yang masih mengandung gula sekitar 50-60%, mineral, dan asam amino (Bakrie, 2005).

Beberapa faktor berikut menjadi pertimbangan untuk mendirikan pabrik monosodium glutamat di Indonesia:

- 1.1.1. Bahan baku molases dapat ditemukan dengan berlimpah ruah. Molases yang menjadi sumber bahan baku pembuatan MSG dapat ditemukan dari PT Kebun Tebu Mas dengan kapasitas 2.777.778 ton/tahun (*Indonesian Sugar*

Directory, 2018), PT PG Rajawali 1 dengan kapasitas 125.000 ton/tahun (*Annual Report PT PG Rajawali 1, 2021*), PT PG Candi Baru dengan kapasitas 43 ton/tahun (*Annual Report PT PG Candi Baru, 2021*), dan PD. Nasep Jaya dengan kapasitas 240.000 ton/tahun (Nasep Jaya Group, 2015).

1.1.2. Membuka lapangan kerja baru di Indonesia, serta memberikan keuntungan ekonomi karena kapasitas perancangan masuk dalam kapasitas pabrik yang menguntungkan.

1.1.3. Dengan banyaknya industri makanan yang merebak di Indonesia dan kesadaran masyarakat Indonesia terkait batasan untuk mengonsumsi MSG, tidak menutup kemungkinan bahwa nantinya pabrik MSG akan tetap berjalan dan meningkat di kemudian hari.

1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

1.2.1. Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Dengan mencari kapasitas pabrik monosodium glutamat (MSG) yang telah berdiri akan memberikan gambaran besar kapasitas yang akan menguntungkan. Berdasarkan Tabel 1.1. didapatkan gambaran menentukan kapasitas yang akan dibangun adalah dengan rentang 1.200 – 80.100 ton/tahun.

Tabel 1.1. Pabrik MSG yang telah Berdiri Beserta Kapasitasnya

Nama Perusahaan	lokasi	Kapasitas (ton)
PT Indovietsin	Surakarta, Central Java	1.200
PT Sasa Fermentasi	Sidoarjo, East Java	4.300
PT Ajinex Internationa	Mojokerto, East Java	12.000
PT Palur Raya	Karanganyar, Central Java	12.000
PT Ajinomoto Indonesia	Mojokerto, East Java	15.000
PT Vew Wong Budi Indonesia	Lampung	18.000
PT Miwon Indonesia	Gresik, East Java	58.000
PT Sasa Inti	Probolinggo, East Java	80.100
Meihua <i>Biological Technology Group Co., Ltd.</i>	China	100.000

Tabel 1.1. (Lanjutan)

Neimenggu Fufeng <i>Biotechnologies Co.,Ltd.</i>	China	1.330.000
--	-------	-----------

Sumber : (<https://www.thefreelibrary.com>, 2013)

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Yang menjadi pertimbangan untuk menentukan kapasitas pembuatan pabrik MSG adalah dengan melihat bahan baku yang tersedia. Berdasarkan Tabel 1.2. didapatkan total molase yang tersedia adalah sebesar 367.820,78 ton.

Tabel 1.2. Pabrik Penyedia Molase

Nama Perusahaan	Lokasi	Produk samping (ton)
PT PG Rajawali 1	Surabaya	125.000
PT PG Candi Baru	Sidoarjo	43
PD. Nasep Jaya	Subang	240.000
PT Kebun Tebu Mas	Lamongan	2.777
	total	367.820

Sumber : (Annual Report Perusahaan, 2020)

1.2.3. Perkembangan Kebutuhan Produk di Indonesia

1. Konsumsi

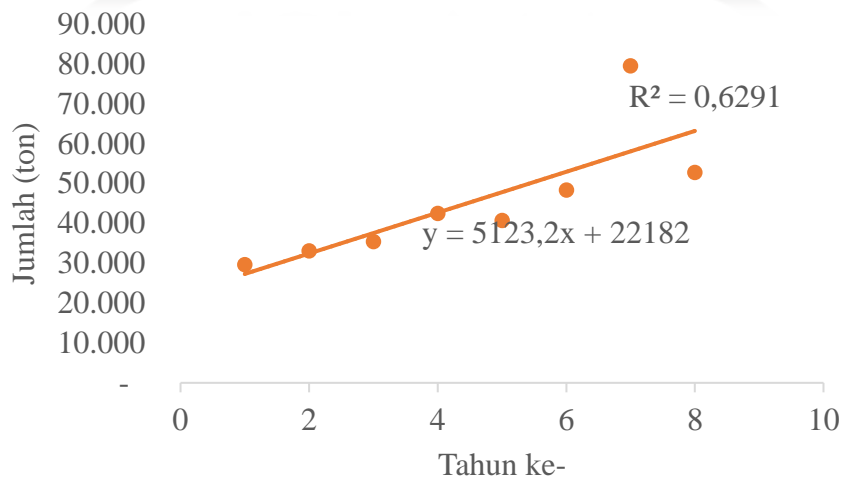
Pengolahan data konsumsi MSG Indonesia dilakukan dengan melakukan pendekatan data dari buku “*Review Monosodium Glutamat How To Understand It Properly*” konsumsi MSG sebesar 1,53 gram/kapita/hari (Kurtanty, Dien. dkk, 2018). Sehingga pada tahun tahun 2027, dengan jumlah penduduk di Indonesia yang berjumlah 287,28 juta orang (BPS, 2015), maka dapat diperoleh perkiraan konsumsi MSG di Indonesia sebesar 160.432 ton/tahun.

2. Produksi

Kebutuhan produksi di Indonesia dapat diperoleh dari kapasitas pabrik yang telah berdiri di Indonesia, sehingga didapatkan kapasitas produksi dengan total 200.600 ton.

3. Impor

Sedangkan data impor menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) adalah pada Grafik 1.1. Dengan membuat grafik akan didapatkan hubungan impor pada tahun 2027 dengan menggunakan persamaan $y = 5.123,2x + 22.182$, dengan memasukan nilai x dengan tahun 2027 dari tahun 2014, maka hasil yang didapat nilai impor pada tahun 2027 adalah sebesar 93.907 ton/tahun.

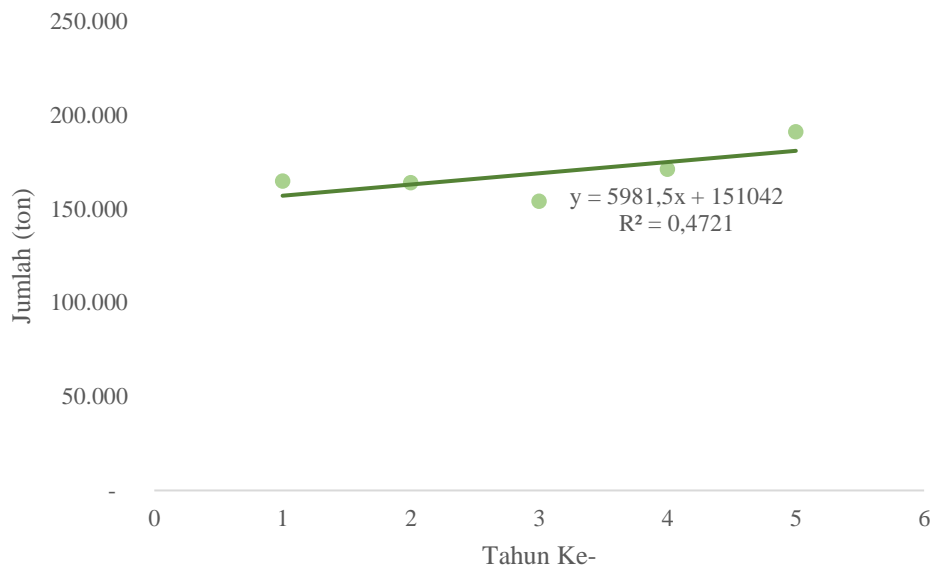


Grafik 1.1. Data Impor MSG

Sumber : (<https://bps.go.id>, 2022)

4. Ekspor

Data ekspor menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) adalah Grafik 1.2. Dengan membuat grafik akan didapatkan hubungan ekspor pada tahun 2027 dengan menggunakan persamaan $y = -3.289,9x + 122.774$, dengan memasukan nilai x dengan tahun 2027 dari tahun 2014, maka hasil yang didapat nilai ekspor pada tahun 2027 adalah sebesar 76.715 ton/tahun.



Grafik 1.2. Data Ekspor MSG

Sumber : (<https://bps.go.id>, 2022)

Dari data di atas dapat diketahui nilai nilainya sebagai berikut

Estimasi Konsumsi = 152.736 ton/tahun Estimasi Produksi = 200.600 ton/tahun

Estimasi Impor = 93.907 ton/tahun Estimasi Ekspor = 234.783 ton/tahun

Potensi Kapasitas Pabrik MSG pada tahun 2027 adalah

Peluang = (Konsumsi + Ekspor) – (Produksi + Impor)

= (160.432 + 234.783) – (200.600 + 93.907)

= 100.708 ton/tahun

1.2.4. Penentuan Kapasitas Pabrik

Kapasitas monosodium glutamat dengan melihat potensi kapasitas sebesar 100.708 ton/tahun. Berdasarkan data bahan baku yang tersedia adalah sebesar 367.820 ton/tahun. Berdasarkan data pabrik monosodium glutamat yang telah berdiri didapatkan gambaran menentukan kapasitas yang akan dibangun adalah dengan rentang 1.200 – 80.100 ton/tahun. Sehingga dapat dipilih kapasitas pabrik MSG adalah sebesar 38.000 ton/tahun. Kapasitas sebesar ini akan memerlukan molase sebagai bahan baku sebesar 50.270 ton/tahun.

1.3. Tinjauan Pustaka

Macam-macam Proses di dalam industri pabrik asam glutamat dalam proses pembuatannya terdiri dari tiga proses, yaitu :

- Proses hidrolisis
- Proses sintesis
- Proses fermentasi

1.3.1. Proses hidrolisis

Proses hidrolisis yaitu proses hidrolisis protein dengan asam sulfat, yang diperoleh dari kacang-kacangan, jagung atau padi-padian. Bahan baku biji jagung yang sudah digiling terlebih dahulu terlebih dahulu dimasak dengan menggunakan *steam* dengan menambah SO₂ untuk dijadikan larutan gluten yang mengandung 70% protein. Selanjutnya dilakukan pemisahan antara filtrat (gluten) dengan ampas jagung (pati, serat, abu, dan minyak) menggunakan *filter press*. Kemudian gluten tersebut dihidrolisis pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm dengan penambahan H₂SO₄, sehingga terurai menjadi asam amino.

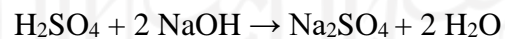
Reaksi hidrolisis :



(Asam piroglutamat) (Air) (Asam glutamat)

Hasil dari hidrolisis didinginkan dan dinetralkan dengan NaOH. Sebelumnya NaOH padat dilarutkan dengan air pada *mixer* dan diumpankan menuju neutralizer.

Reaksi penetralan :

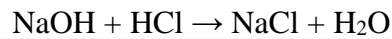


(As. Sulfat) (Natrium Hidroksida) (Natrium Sulfat) (Air)

Kemudian dilakukan pemisahan filtrat antara filtrat dan endapan Na₂SO₄ dengan menggunakan *rotary drum vacuum filter* pertama. Filtrat hasil penyaringan dipisahkan dalam *evaporator triple effect forward feed* yang dilengkapi dengan *barometric condensor*.

Kemudian produk yang telah dipekatkan, diumpankan menuju Kristalizer untuk mengkristalkan asam glutamat, leusin dan tyrosin. Setelah asam glutamat, leusin dan tyrosin dikristalkan ditambahkan HCl sebanyak 30% berat untuk menetralkan larutan yang mengandung sodium hidroksida.

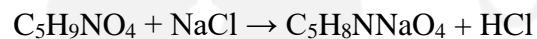
Reaksi :



(Natrium Hidroksida) (As. Klorida) (Natrium Klorida) (Air)

Setelah penetralan NaOH yang didapatkan NaCl lalu dicampurkan dengan Asam glutamat.

Reaksi :

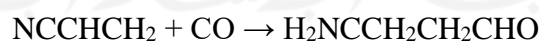


(As. Glutamat) (Natrium Klorida) (Monosodium Glutamat)(As. Klorida)

Produk akan dipisahkan dengan *centrifuge*, sehingga padatan asam glutamat dengan liquor yang berupa air dan NaCl akan terpisah. Padatan asam glutamat yang masih mengandung sedikit air dikeringkan dengan menggunakan *rotary dryer* untuk mendapatkan produk asam glutamat kering (Faith Keyes, 1961).

1.3.2. Proses sintesis

Proses sintesis yang mengubah *acrylonitrile* menjadi *cyanopropionaldehyde* yang terdiri dari hidroformitasi olefin dengan hidrogen dan karbon monoksida pada temperatur sedang dan tekanan tinggi.



(*acrylonitrile*) (karbon monoksida) (*cyanopropionaldehyde*)

Setelah itu dengan menggunakan reaksi stecker, *cyanopropionaldehyde* direaksikan dengan amina sianida yang diperoleh dari pembakaran partial *methane* dan ammonia sehingga dihasilkan *amino glutarrodinitrite*.

Reaksi :



(*cyanopropionaldehyde*) (amonia sianida) (*amino glutarrodinitrite*) (Air)

Hidrolisis amino *glutaronitrite* dengan menambah NaOH sehingga dihasilkan asam glutamat, yang selanjutnya dikristalkan dengan cara menetralkan larutan alkali dan merecycle larutan asam glutamat yang mengandung asam sulfat pada titik isoelektrik dengan pH 3,2 dari asam amino tersebut. Selanjutnya dilakukan *optical resolution*, yaitu proses pemutaran campuran nomer-nomer *optical* dari asam glutamat yang mengandung leburan *recemic* dari asam glutamat pada konsentrasi tertentu, sehingga kristal L dan D akan keluar secara bergantian dengan masing-masing isomer aktifnya. Selanjutnya di *centrifuge* dan dikeringkan sehingga diperoleh asam glutamat (McKetta, 1983).

1.3.3. Proses fermentasi

Secara umum tahapan pembuatan MSG dengan menggunakan proses fermentasi adalah sebagai berikut:

- *Seeding*

Tangki *seeding* ini mirip tangki *fermentor* tapi lebih kecil volumenya. Di tangki ini bakteri tersebut dibiarkan berkembangbiak dengan baik, dilengkapi dengan pengaduk, alat pendingin, pemasukan udara dan lain-lain.

- Fermentasi

Setelah dari tangki *seeding*, bakteri tersebut dipindahkan ke tangki *fermentor*. Di tangki ini mulailah proses fermentasi yang sebenarnya berjalan. Pengawasan proses merupakan pekerjaan yang sangat penting. Pengaturan pH dengan pemberian NH_3 , pemberian udara, jumlah gula, jumlah bakteri harus selalu diamati.

- Pengambilan asam glutamat

Setelah fermentasi selesai selama 48 jam cairan hasil fermentasi yaitu TB (*Thin Broth*) dipisahkan untuk mengurangi kadar airnya

- Netralisasi atau *refining*, pada tahapan ini dilakukan pencampuran NaOH sehingga terbentuk monosodium glutamat *liquor*.
- Decolorisasi atau penjernihan warna menggunakan karbon aktif lalu difiltrasi.
- Kristalisasi monosodium glutamat, menghasilkan kristal monosodium glutamat yang masih mengandung liquor.
- Pengeringan kristal monosodium glutamat dengan menggunakan Rotary dryer sehingga didapatkan kristal Monosodium glutamat yang mempunyai kemurnian tinggi 98 %.

Tabel 1.3. Perbandingan Proses

No	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1	Proses Hidrolisis	- Proses berlangsung kontinyus - Tekanan proses rendah	- Suhu proses tinggi - Bahan baku tidak umum berupa Asam Piroglutamat
2	Proses Sintesis	- Proses berlangsung kontinyus - Suhu proses sedang	- Tekanan proses tinggi - Bahan baku tidak umum berupa Acrylonitrile
3	Proses Fermentasi	- Suhu proses rendah - Tekanan proses rendah - Kemurnian produk tinggi - Bahan baku mudah ditemukan berupa molase	- Proses berlangsung batch - Butuh waktu lama

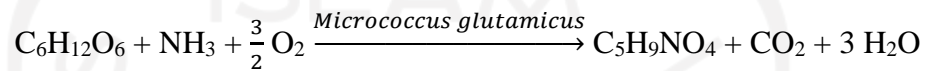
Proses pembuatan monosodium glutamat yang dipilih adalah metode fermentasi dan bakteri yang dipilih ialah *Micrococcus glutamicus* karena bakteri ini paling sesuai. Fermentasi dipilih dengan alasan:

1. Ketersediaan bahan baku molases yang melimpah di Indonesia, sehingga menjaga kelangsungan berdirinya pabrik monosodium glutamat.
2. Proses fermentasi tidak memerlukan tekanan operasi yang tinggi sehingga biaya produksi lebih bisa ditekan.

1.3.4. Tinjauan proses secara umum

Proses pembuatan monosodium glutamat dari molases dengan menggunakan metode fermentasi menggunakan *fermentor Batch* pada suhu 35°C dan tekanan atmosferis. Dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan bakteri *Micrococcus glutamicus*. Agar bakteri dapat memproses fermentasi maka ditambahkan NH₃ agar pH dapat diturunkan menjadi 7-8 dari tingkat keasamannya.

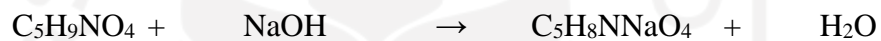
Reaksi :



(Molase) (Amonia) (Oksigen) (As. Glutamat) (Carbon Dioksida) (Air)

Yield = 81,7% (Atkinson, 1983).

Konversi = 98 % (T.C. Manchester, 1939)

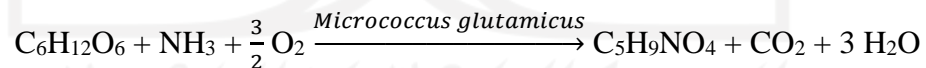


(As. Glutamat) (Natrium Hidroksida) (Monosodium Glutamat) (Air)

Yield = 70 – 80% (Keyes, 1961).

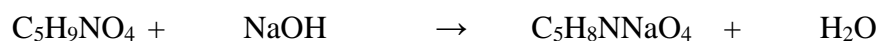
1.4. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

Proses fermentasi molase menjadi monosodium glutamat membutuhkan peran bakteri *Micrococcus glutamicus*. Reaksi yang terjadi :



(Molase) (Amonia) (Oksigen) (As. Glutamat) (Carbon Dioksida) (Air)

Fermentasi dilakukan dalam fermentro *Batch* dengan suhu 30 – 35°C pada tekanan atmosferis, dan mempertahankan pH 7-8 menambahkan NH₃ selama 36 jam, menggunakan bakteri *Micrococcus glutamicus* yang merupakan bakteri aerob, sehingga membutuhkan oksigen (O₂) untuk bernafas dan oksidasi glukosa. Hasil fermentasi akan di reaksikan dengan NaOH dengan reaksi :



(As. Glutamat) (Natrium Hidroksida) (Monosodium Glutamat) (Air)

1.4.1. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika dilakukan dengan perhitungan menggunakan panas pembentukan standar (ΔH°_f) pada suhu 298 K dengan persamaan

$$\Delta H^\circ_R = \Delta H^\circ_f(\text{produk}) - \Delta H^\circ_f(\text{reaktan})$$

Setelah bahan baku di fermentasi, hasil fermentasi akan di ubah menjadi monosodium glutamat dengan proses :



Tabel 1.4. Harga ΔH°_f 298 keadaan standar

No.	Komponen	ΔH°_f 298(KJ/mol)
1.	$\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4$	-268.677
2.	NaOH	-65.729,56
3.	$\text{C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4$	26.594,6
4.	H_2O	-241.820

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_R &= \Delta H^\circ_f(\text{produk}) - \Delta H^\circ_f(\text{reaktan}) \\ &= (\Delta H^\circ_f \text{C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4 + \Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O}) - (\Delta H^\circ_f \text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4 + \Delta H^\circ_f \text{NaOH}) \\ &= (-26.594,6 + -241.820) - (-268.677 + -65.729,56) \\ &= 65991,96 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan hasil menunjukkan nilai plus maka disimpulkan bahwa reaksi bersifat endotermis.

1.4.2. Tinjauan Kinetika

- Menghitung nilai K

Tabel 1.5. Harga ΔG°_f 298 keadaan standar

No.	Komponen	ΔG°_f 298(KJ/mol)
1.	$\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4$	-636
2.	NaOH	0
3.	$\text{C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4$	-690
4.	H_2O	-228,6

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
\Delta G^\circ R &= \Delta G^\circ_f (\text{produk}) - \Delta G^\circ_f (\text{reaktan}) \\
&= (\Delta G^\circ_f \text{C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4 + \Delta G^\circ_f \text{H}_2\text{O}) - (\Delta G^\circ_f \text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4 + \Delta G^\circ_f \\
&\quad \text{NaOH}) \\
&= (-690 + -228,60) - (-636 + 0) \\
&= -282,6 \text{ kJ/mol}
\end{aligned}$$

$$\Delta G^\circ R = -RT \ln K$$

$$-282,6 \text{ kJ/mol} = -(8,314 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol.K}) \cdot (298 \text{ K}) \cdot \ln K$$

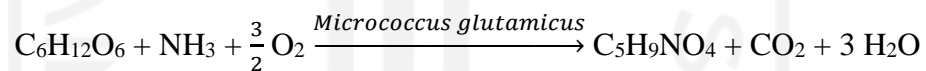
$$\ln K = \frac{-282,6 \text{ KJ/mol}}{-2,478 \text{ KJ mol}}$$

$$\ln K = 114,0436$$

$$K = \exp(114,0436)$$

$$= 33,7675 \times 10^{48} \quad (K > 1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan maka disimpulkan bahwa reaksi akan memperoleh produk yang lebih banyak dibandingkan dengan reaktan pada kesetimbangan. $K > 1$: Pada reaksi kesetimbangan cenderung ke arah produk, konsentrasi produk lebih besar dari konsentrasi reaktan pada kesetimbangan. $K < 1$: Pada reaksi kesetimbangan cenderung ke arah reaktan (pereaksi), konsentrasi reaktan lebih besar dari konsentrasi produk pada kesetimbangan (Urip, 2018).



(Molase) (Amonia) (Oksigen) (As. Glutamat) (Carbon Dioksida) (Air)

$$\mu = 0,125/ \text{jam} \text{ (Aksu, 1986)}.$$

Dimana μ merupakan laju pertumbuhan bakteri, bakteri akan terus berkembang biak selama proses berlangsung hingga bakteri dipisahkan.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Monosodium Glutamat

Rumus Molekul	: $C_5H_8NNaO_4$
Berat Molekul	: 169,11 g/mol
Bentuk	: Kristal
Warna	: Putih
Kemurnian	: 98%
Kelarutan	: Larut dalam air Tidak larut dalam eter
Titik Leleh	: 232 °C (450 °F; 505 K)

(Fischer, 2022)

2.1.2. Dihidrogen Monoksida

Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul	: 18,02 g/mol
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Tekanan Uap suhu 20°C	: 17,5 mmHg
Titik Leleh	: 0°C
Titik Didih	: 100°C
Densitas	: 1.000 g/cm ³
pH	: 7

(Fischer, 2022)

2.1.3. Asam Glutamat

Rumus Molekul	: $C_5H_9NO_4$
Berat Molekul	: 147.13 g/mol
Bentuk	: Kristal
Warna	: Putih
Kemurnian	: 98%
Kelarutan	: Larut dalam air

Titik Leleh : 189°C - 192°C
Densitas : 1.525 g/cm³

(Fischer, 2022)

2.1.4. Karbon Dioksida

Rumus Molekul : CO₂
Berat Molekul : 44 g/mol
Bau : Tidak berbau
Warna : Tidak berwarna
Kelarutan : Larut dalam air
Temperatur Kritis : 31 °C (87.7°F)
Titik Didih : -78.5 °C (-109.3°F)
Tekanan Gas : 57.3 bar (831 psig)
Tekanan Kritis : 57.3 bar (831 psig)
pH : 3.7 (carbonic acid)
Densitas Relatif : 1.22
Densitas Gas Relatif : 1.52
Kelarutan : 2000 mg/l
Titik Leleh : -57 °C (216 K) (di bawah tekanan)

(Paxair, 2020)

2.2. Spesifikasi Bahan

2.2.1. Natrium Hidroksida

Rumus Molekul : NaOH
Berat Molekul : 38,9971 g/mol
Bentuk : Kristal
Warna : Putih buram
Titik Nyala : Tidak mudah terbakar
Kelarutan : Larut dalam air
Titik Leleh : 318°C
Titik Didih : 1390°C

(Science Stuff, inc ,2009)

2.2.1. Oksigen

Rumus Molekul	: O ₂
Berat Molekul	: 38,9971 g/mol
Bentuk	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik Leleh	: -218,78°C
Titik Didih	: -182,96°C
Spesifik Gravity	: 1,105 g/ml
Kelarutan	: Terlarut dalam air

(Paxair, 2016)

2.2.2. Molase

Rumus Molekul	: C ₆ H ₁₂ O ₆
Berat Molekul	: 180,16 g/mol
Bentuk	: Cair
Warna	: Hitam
Kemurnian	: 37 - 45%
Densitas	: 1,47 gr/ml
Kelarutan	: Larut dalam air
pH	: 4,3 – 6,2

(Moellhause,2011)(Organicculture,2022)

2.2.3. Amonia

Rumus Molekul	: NH ₃
Berat Molekul	: 17 g/mol
Bentuk	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Kelarutan	: Larut dalam air
Titik Leleh	: -77,73°C
Titik Didih	: -33,4°C
Densitas	: 0,682 g/cm ³

(Paxair, 2016)

2.3. Pengendalian Kualitas

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Perlu ditinjau dalam prosesnya agar diperoleh produk yang sesuai standar yang telah disetujui dan sudah ditetapkan. Dalam proses bahan menjadi produk, kualitas bahan baku sangat penting dan berpengaruh. Sehingga, pengendalian kualitas perlu ditetapkan agar proses berjalan lancar. Pengendalian kualitas dilakukan sebelum memasuki proses pembuatan bahan menjadi barang jadi. Pengendalian kualitas dilakukan dengan tujuan yaitu agar bahan baku dapat diketahui kualitasnya dan apakah bahan baku sudah memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Spesifikasi bahan baku kami dapat dari *organicculture.com* yang sudah tersertifikasi *USDA Organic, Non GMO Project, Nature and Health Friendly, Fair Trade, dan Quality Assurance International*.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk memiliki tujuan untuk menguji kelayakan dari produk agar memiliki standar mutu yang tinggi dan sesuai dengan standar mutu MSG yang telah ditetapkan.

Proses produksi yang lancar sangat dipengaruhi oleh sistem produksi yang telah ditentukan dan dipersiapkan. Pengendalian produksi ini bertujuan agar aktivitas produksi dapat dijalankan dengan efisien dan efektif. Dalam mencapai kesesuaian dengan spesifikasi yang ditetapkan, maka diperlukan pengendalian proses produksi yang dapat mengendalikan komponen-komponen penting yang ada dalam industri.

Produk dilakukan pengujian di laboratorium. Setelah diuji di laboratorium, produk yang sudah sesuai dengan standar mutu akan dipasarkan.

Pengendalian proses ini dikerjakan mulai dari pengolahan baku menjadi produk jadi. Proses pengendalian kualitas produk dilakukan di laboratorium dan menggunakan alat kontrol.

Automatic control yang berada di *control room* dilakukan sebagai bentuk dari pengendalian proses agar operasi terus berjalan. Jika terjadi penyimpangan terhadap indikator yang telah ditetapkan baik dari bahan baku maupun produk, maka dapat diketahui dengan bunyi alarm, nyala lampu, dan lain sebagainya.

Penyimpangan harus dikembalikan pada kondisi semula jika terdapat tanda tersebut. Beberapa alat kontrol yang digunakan antara lain:

1. *Flow Control*

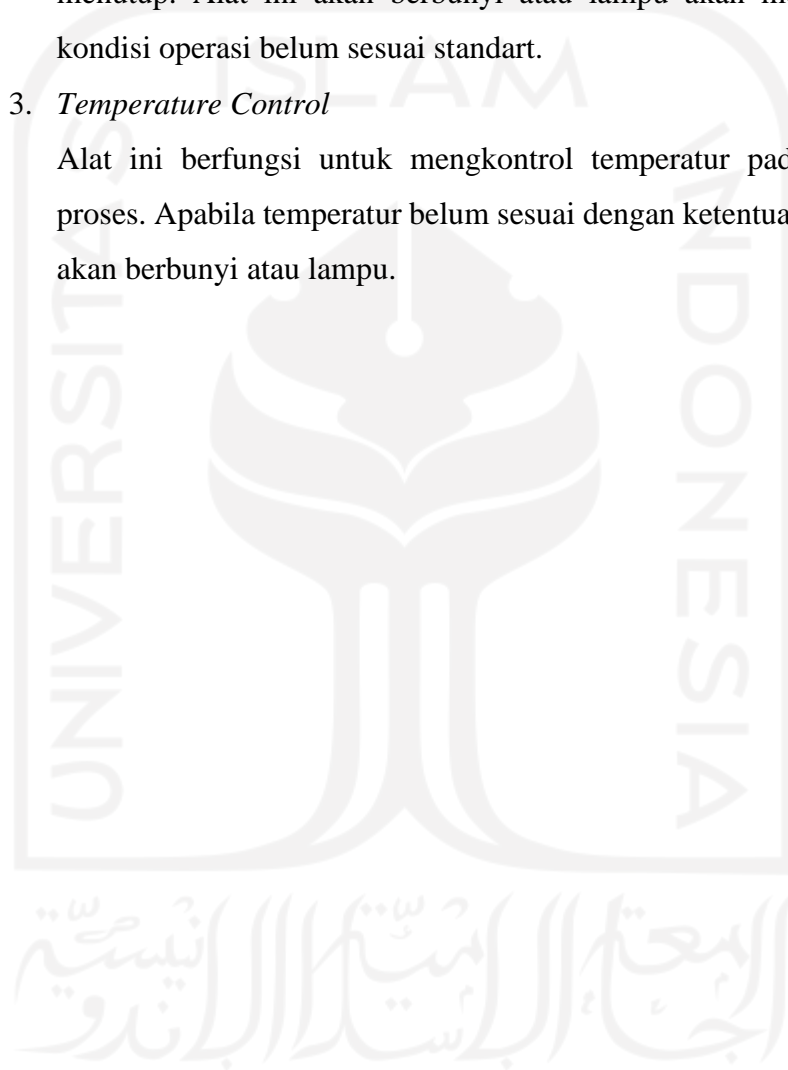
Digunakan untuk mengontrol aliran masuk dan aliran keluar proses.

2. *Level Control*

Alat ini akan memerintahkan *control valve* untuk membuka atau menutup. Alat ini akan berbunyi atau lampu akan menyala ketika kondisi operasi belum sesuai standart.

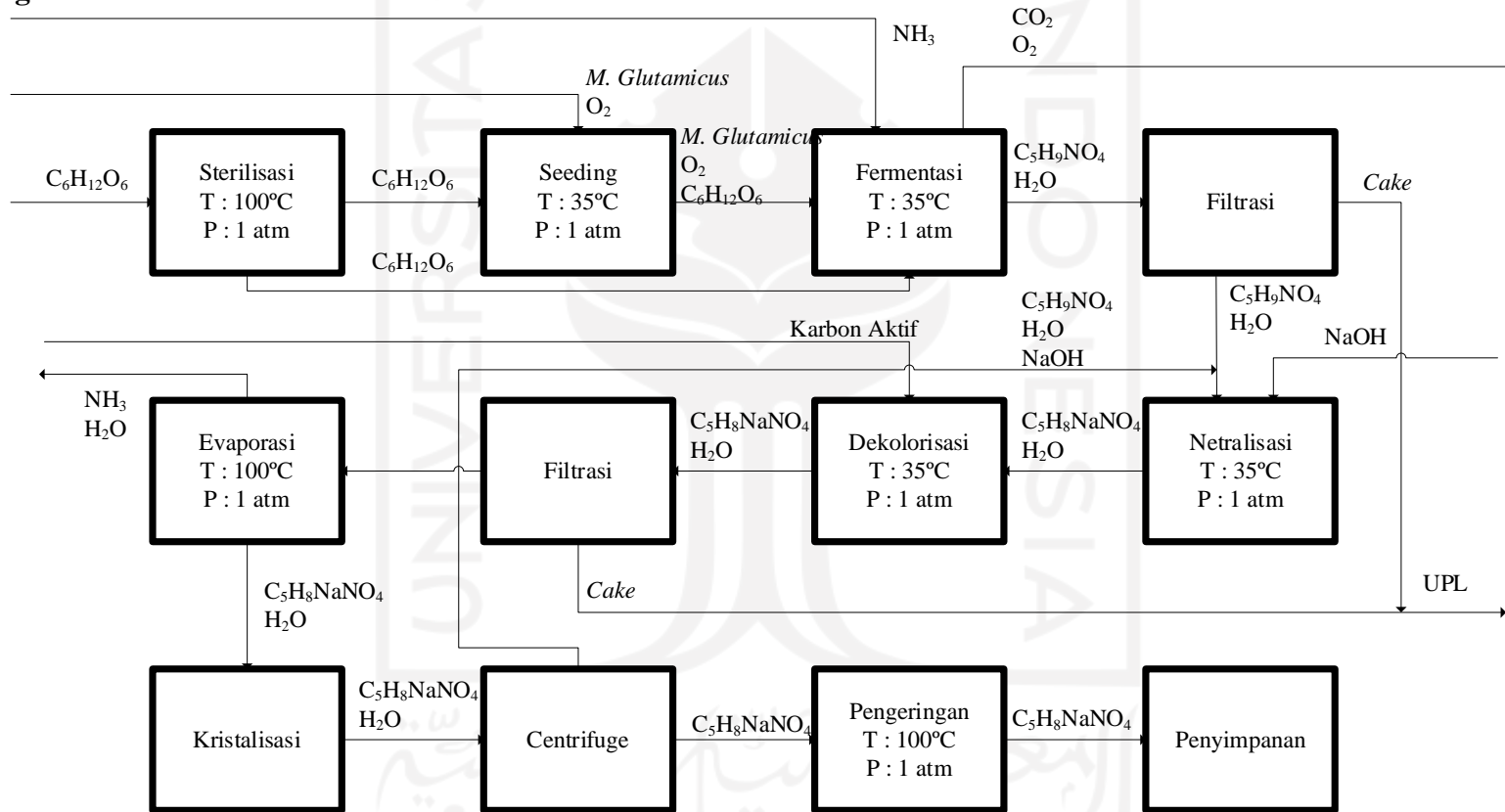
3. *Temperature Control*

Alat ini berfungsi untuk mengontrol temperatur pada setiap alat proses. Apabila temperatur belum sesuai dengan ketentuan maka alarm akan berbunyi atau lampu.



BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1. Diagram Alir Proses dan Material



Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif

3.2. Uraian Proses

Secara garis besar proses produksi MSG melalui tahap-tahap persiapan bahan baku dan bahan pembantu, fermentasi, evaporasi, dan netralisasi serta kristalisasi lalu pengeringan dan pengayakan.

3.2.1. Sterilisasi

Molase disterilisasi dengan alat *Heat Exchanger (HE)* menggunakan uap panas bersuhu maksimum 120°C dengan mengontak pipa pemanas dengan pipa bahan baku hingga suhu 100 °C dan langsung didinginkan dengan Cooler hingga suhu 30°C, molase akan dibagi untuk memasuki alat *Seeding (S-01)* dan *Fermentor (F-01)*.

3.2.2. Seeding

Proses *seeding* menggunakan *Seeding (S-01)*. Proses *seeding* bertujuan untuk Bakteri perkenalan dengan larutan dengan perlahan sambil menyesuaikan diri pada larutan larutan yang terdiri dari molase, dan O₂. Sebelum larutan dimasukin, *Seeding (S-01)* akan disterilkan dengan memasukan *steam* panas. Proses *seeding* dilakukan pada suhu 35°C dan pada tekanan 1 atm selama 18 jam, dengan proses *Batch* dengan jumlah alat sebanyak 6 buah dengan penjadwalan sehingga proses dapat berlangsung *continuous*. Hasil dari proses *seeding* akan dilanjutkan ke proses fermentasi dalam alat *Fermentor (F-01)*

3.2.3. Fermentasi

Proses fermentasi molase dengan tambahan larutan O₂, dan *Micrococcus Glutamicus* dari proses *seeding* dan ditambahkan NH₃. Sebelum bahan baku dan larutan dimasukin, *Fermentor (F-01)* akan disterilkan dengan memasukan *steam* panas. Proses fermentasi akan berlangsung selama 48 jam pada tekanan 1 atm dan suhu 35°C, dengan proses berlangsung secara *Batch* akan menggunakan alat sebanyak 11 buah dengan penjadwalan sehingga proses dapat berlangsung *continuous*. Alat *Fermentor* dilengkapi dengan *Valve* untuk mengalirkan gas CO₂ dan O₂ ke *vent* dan juga koil pendingin karena proses pembentukan Asam Glutamat (C₅H₉NO₄) berlangsung secara eksotermis sehingga dibutuhkan pendingin agar suhu proses tetap berada pada suhu 35 °C. Proses fermentasi akan menghasilkan Asam Glutamat (C₅H₉NO₄) yang nanti akan menjadi bahan baku

menghasilkan Monosodium Glutamat (MSG). Asam Glutamat hasil fermentasi akan dilanjutkan ke alat *Filter Press* (FP-01).

3.2.4. Filter-01

Setelah proses fermentasi selesai larutan akan difilter di alat Filter Press (FP-01). Di alat ini akan dipisahkan larutan dari bahan padat yang berupa bakteri. Hasil penyaringan akan menghasilkan cake bakteri yang akan dilanjutkan ke unit pengolahan limbah (UPL). Sedangkan larutan akan dilanjutkan menuju proses netralisasi.

3.2.5. Netralisasi

Larutan dimasukkan kedalam tangki Reaktor (R-01) untuk melakukan proses netralisasi menggunakan NaOH hingga terbentuk Monosodium Glutamat (MSG). Kondisi operasi pada suhu 35°C dan tekanan 1 atm.

3.2.6. Dekolorisator

Proses dekolorisasi dilakukan dalam *Mixer* (M-02) dengan penambahan arang aktif sebanyak 5% (w/v) yang digunakan untuk menjernihkan larutan MSG yang berwarna kuning jernih dan juga menyerap kotoran lainnya, kemudian didiamkan selama satu jam untuk menyempurnakan proses penyerapan warna serta bahan asing lainnya yang berlangsung dalam keadaan netral. Kondisi operasi pada tekanan 1 atm berlangsung selama 1 jam dalam tangki.

3.2.7. Filter-02

Larutan hasil dari *Mixer* (M-01) akan masuk ke alat Filter (FP-02), Filter yang digunakan berjenis *filter press* untuk memisahkan antara larutan dengan karbon aktif dan zat lain yang terkandung di dalam larutan. Hasil penyaringan tersebut menghasilkan cake karbon yang akan masuk ke unit pengolahan limbah (UPL).

3.2.8. Evaporasi

Setelah difilter larutan berupa Monosodium Glutamat ($C_5H_8NaNO_4$) yang masih mengandung air (H_2O) harus dikurangi kadar airnya. Kandungan Monosodium Glutamat ($C_5H_8NaNO_4$) akan masuk kedalam alat *Evaporator*, dimana larutan akan dilakukan proses pemekatan. Proses dilakukan dengan temperatur 100°C dan tekanan 1 atm. Hasil atas *evaporator* berupa NH_3 dan 90%

air dari kandungan Monosodium Glutamat ($C_5H_8NaNO_4$). Dilanjutkan ke dalam alat Kristalisator (CR-01) untuk proses *Crystalizer*.

3.2.9. Kristalisasi

Kristalisasi digunakan alat *Crystallizer Swenson* yang akan berlangsung selama 6 jam. Kristal Monosodium glutamat ($C_5H_8O_4NNa$) akan mengkristal. Larutan yang telah mengandung kristal akan dimasukkan ke dalam alat sentrifugal.

3.2.10. Sentrifugasi

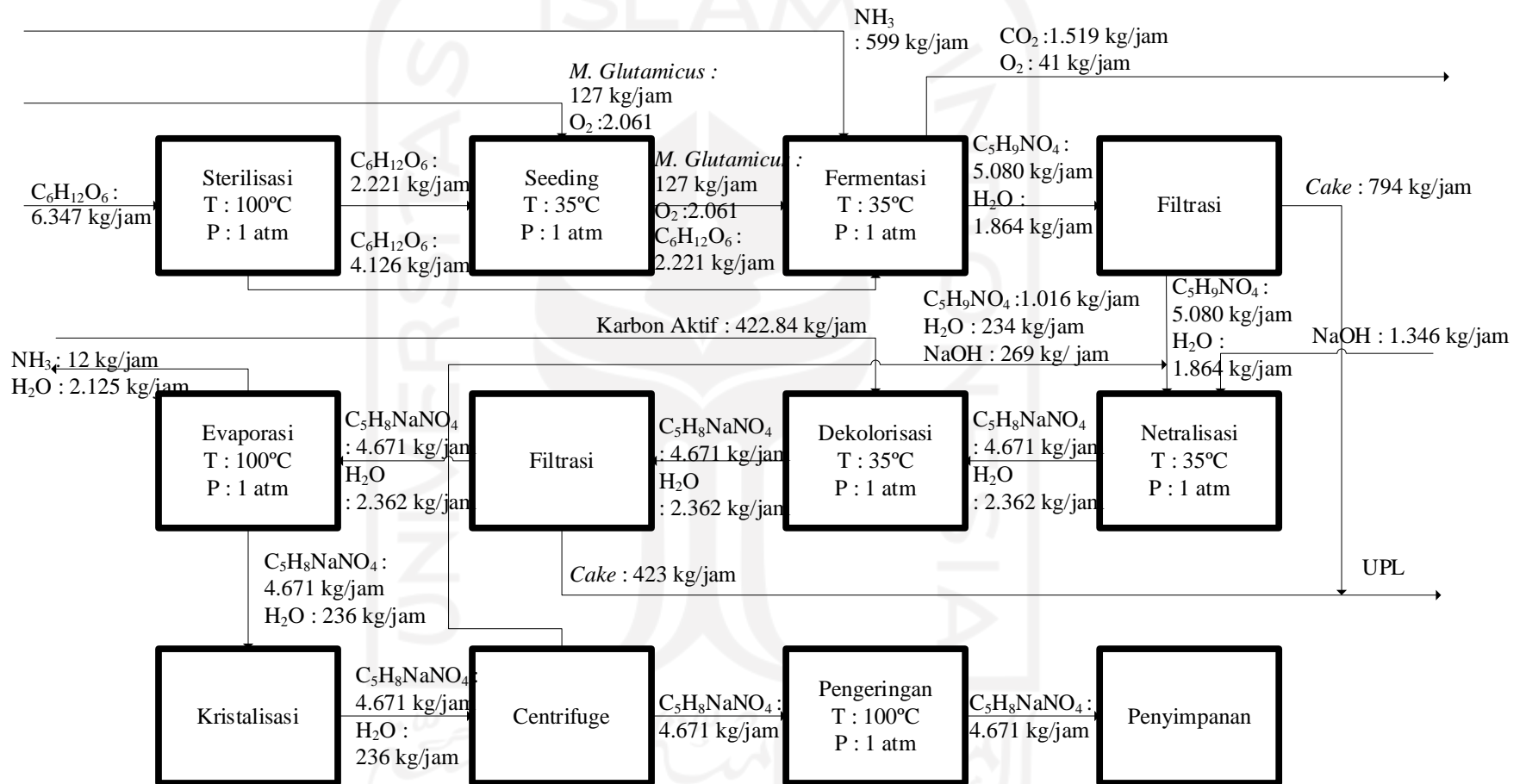
Dari alat kristalisasi larutan dengan suhu $30^{\circ}C$ akan membentuk zat padat berupa kristal Monosodium Glutamat (MSG) dalam zat cair yang mengandung sisa NaOH dan asam glutamat. Menggunakan alat *Centrifuge* akan memisahkan zat padat yaitu Monosodium Glutamat (MSG) dengan zat cair pengotor. Zat cair akan di *Recycle* kembali ke alat Netralisasi, sedangkan kristal akan dilanjutkan ke alat pengering.

3.2.11. Pengeringan

Alat pengeringan yang digunakan adalah *Rotary Dryer*, Udara panas bersuhu $100^{\circ}C$ dan bertekanan 1 atm dialirkan menuju alat pengering untuk mengeringkan kristal MSG basah. Kristal yang sudah kering kemudian disimpan didalam tangki penyimpanan (T-07).

3.2.12. Storage

Kristal MSG kering dimasukkan ke tangki penyimpanan (*Silo*). MSG disimpan dalam suhu ruang bertekanan atmosferis.



Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif

3.3. Spesifikasi Alat

3.3.1. Spesifikasi Alat *Mixer* dan Reaktor

A. *Seeding-01*

Spesifikasi Umum

Kode	: S-01
Fungsi	: Tempat mencampurkan bahan baku agar dapat memaksimalkan proses fermentasi.
Jenis	: Tanki berpengaduk
Mode Operasi	: <i>Batch</i>
Jumlah	: 6 buah
Harga	: Rp 3.474.770.00

Kondisi Opersi

Suhu	: 35°C
Tekanan	: 1 atm
Kondisi Proses	: Non Isotermal

Konstruksi Dan Material

Material	: Stainless Steel SA-240 grade D type 430
Diameter <i>Shell</i> (Id)	: 0,67 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,1875 in
Tinggi Total	: 0,67 m
Jenis <i>Head</i>	: <i>Torispherical Flanged and dished</i>

Spesifikasi Khusus

Tipe Pengaduk	: <i>Flat six blade turbine disk</i>
Diameter Pengaduk	: 0,21 m
Kecepatan Pengaduk	: 203,14 rpm
<i>Power</i> Pengaduk	: 0,05 hp
Jumlah <i>Baffle</i>	: 4 buah
Lebar <i>Baffle</i>	: 0,06 m
Jenis <i>Coil</i>	: Pemanas

Mode Transfer Panas

- U_D	: 2265,72 W/m ² .K
- Luas Transfer Area	: 0,018 m ²

- NPS *Coil* : 10 in
- *Schedule* : 40
- Panjang Total *Coil* : 2,14 m
- Jumlah Lilitan *Coil* : 1 buah
- Tinggi Tumpukan *Coil* : 0,27 m

B. *Fermentor*

Spesifikasi Umum

- Kode : F-01
- Fungsi : Tempat bahan baku difermentasi hingga menjadi asam glutamat dengan bantuan bakteri *Micrococcus Glutamicus*.
- Jenis : Reaktor *Batch* dengan pengaduk
- Mode Operasi : *Batch*
- Jumlah : 11 buah
- Harga : Rp 63.278.729.446

Kondisi Operasi

- Suhu : 35°C
- Tekanan : 1 atm
- Kondisi Proses : Non Isotermal

Konstruksi Dan Material

- Material : Stainless Steel SA-240 grade D type 430
- Diameter *Shell* (Id) : 3,96 m
- Tebal *Shell* : 0,25 in
- Tinggi Total : 6,41 m
- Jenis *Head* : *Torospherical Flanged and dished*

Spesifikasi Khusus

- Tipe Pengaduk : *Flat six blade turbine disk*
- Diameter Pengaduk : 1,29 m
- Kecepatan Pengaduk : 215,64 rpm
- Power* Pengaduk : 60 hp

Jumlah <i>Baffle</i>	: 4 buah
Lebar <i>Baffle</i>	: 0,32 m
Jenis <i>Coil</i>	: Pendingin
Mode Transfer Panas	
- U_d	: 5552,61 W/m ² .K
- Luas Transfer Area	: 27,92 m ²
- NPS <i>Coil</i>	: 10 in
- <i>Schedule</i>	: 40
- Panjang Total <i>Coil</i>	: 9,93 m
- Jumlah Lilitan <i>Coil</i>	: 1 buah
- Tinggi Tumpukan <i>Coil</i>	: 0,27 m

C. Reaktor

Spesifikasi Umum

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat bereaksi asam glutamat dan NaOH menjadi MSG.
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Mode Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1 buah
Harga	: Rp 618.718.807

Kondisi Operasi

Suhu	: 35°C
Tekanan	: 1 atm
Kondisi Proses	: Non Isotermal

Konstruksi Dan Material

Material	: Carbon Steel SA-283 Grade C
Diameter <i>Shell</i> (Id)	: 5,73 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,25 in
Tinggi Total	: 11,10 m
Jenis <i>Head</i>	: <i>Torispherical Flanged and dished</i>

Spesifikasi Khusus

Tipe Pengaduk	: <i>Flat six blade turbine disk</i>
Diameter Pengaduk	: 1,90 m
Kecepatan Pengaduk	: 121,5 rpm
Power Pengaduk	: 75 hp
Jumlah <i>Baffle</i>	: 4 buah
Lebar <i>Baffle</i>	: 0,48 m
Jenis <i>Coil</i>	: Pemanas
Mode Transfer Panas	
- U_d	: 3439,13 W/m ² .K
- Luas Transfer Area	: 0,031 m ²
- NPS <i>Coil</i>	: 10 in
- <i>Schedule</i>	: 40
- Panjang Total <i>Coil</i>	: 4,18 m
- Jumlah Lilitan <i>Coil</i>	: 1 buah
- Tinggi Tumpukan <i>Coil</i>	: 0,27 m

D. *Mixer-01*

Spesifikasi Umum

Kode	: M-01
Fungsi	: Tempat mengaduk produk cair dengan karbon aktif.
Jenis	: Tanki berpengaduk
Mode Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1 buah
Harga	: Rp 10.363.540.022

Kondisi Opersi

Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Kondisi Proses	: Isotermal

Konstruksi Dan Material

Material	: Carbon Steel SA-283 Grade C
Diameter <i>Shell</i> (ID)	: 1,99 m

Tebal <i>Shell</i>	: 0,25 in
Tinggi Total	: 1,99 m
Jenis <i>Head</i>	: <i>Torispherical Flanged and dished</i>

Spesifikasi Khusus

Tipe Pengaduk	: <i>Flat six blade turbine disk</i>
Diameter Pengaduk	: 0,59 m
Kecepatan Pengaduk	: 295,7 rpm
<i>Power</i> Pengaduk	: 200 hp
Jumlah <i>Baffle</i>	: 4 buah
Lebar <i>Baffle</i>	: 0,17 m

3.3.2. Spesifikasi Alat Pemisah

A. *Filter Press*

Nama dan Kode	: FP-01
Fungsi	: Proses pemisahan bakteri dari larutan, menggunakan prinsip tekanan.
Jenis	: <i>Filter</i>
Material	: Carbon Steel, SA 283 Grade C
Jumlah	: 3 buah
Harga	: Rp 3.789.652.695
Tekanan	: 1 atm
Luas area filtrasi	: 184,93 m ²
Jumlah Plate and frame	: 50 buah

B. *Filter Press*

Nama dan Kode	: FP-02
Fungsi	: Proses pemisahan karbon aktif dari larutan, menggunakan prinsip tekanan.
Jenis	: <i>Filter</i>
Material	: Carbon Steel, SA 283 Grade C

Jumlah : 3 buah
Harga : Rp 3.789.652.695
Tekanan : 1 atm
Luas area filtrasi : 17,82 m²
Jumlah Plate and frame : 27 buah

C. *Centrifuge*

Nama dan Kode : C-01
Fungsi : Pemisahan padatan dan cair menggunakan prinsip rotary.
Jenis : *Rotary*
Material : Carbon Steel, SA 283 Grade C
Jumlah : 1 buah
Harga : Rp 77.339.851
Tekanan : 1 atm
Kapasitas : Padatan : 4,68 ton/ jam
: Cairan : 0,11 gallon/menit
Diameter bucket : 7 in
Laju putaran motor : 150 rpm
Daya motor : 2237,10 watt

D. *Kristalizer*

Nama dan Kode : CR-01
Fungsi : Mengkristalkan larutan Monosodium Glutamat menjadi kristal
Jenis : *Swenson – Walker Crystallizer*
Material : Carbon Steel SA 167 Grade 3 Type 316
Jumlah : 1 buah
Harga : Rp 8.568.150.626
Tekanan : 1 atm
Diameter : 1,65 m

Panjang : 6 m
Tinggi : 10,68 m
Tebal Shell : 0,1875 in
Jenis pengaduk : *Spiral Agitator*
Kecepatan pengaduk : 7 rpm
Power motor pengaduk : 0,333 hP



3.3.3. Spesifikasi Alat Penyimpanan

Tabel 3.1. Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan

Tangki	T-01	T-02
Fungsi	Penyimpanan NaOH	Penyimpanan Bakteri
Lama Penyimpanan	10 hari	15 hari
Fasa	Padat	Padat
Jumlah tangki	1 buah	1 buah
Jenis tangki	Silo	Silo
Kondisi operasi	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	Bahan konstruksi Carbon steel SA-283 Grade C Diameter : 0,5 m Tinggi : 1 m Volume : 0,2 m ³ Diameter ujung : 4,6x10 ⁻⁴ m Tebal <i>shell</i> : 0,1875 in	Bahan konstruksi : <i>Carbon Steel</i> SA-283 grade C Diameter : 0,3 m Tinggi : 0,7 m Volume : 0,054 m ³ Diameter ujung : 8,32x10 ⁻⁵ m Tebal <i>shell</i> : 0,1875 in
Head & Bottom		
Harga	Rp1.244.803.315	Rp920.712.511

Tabel 3.1. (Lanjutan)

Tangki	T-03	T-04
Fungsi	Penyimpanan NH ₃	Penyimpanan C ₆ H ₁₂ O ₆
Lama Penyimpanan	6 Hari	3 Hari
Fasa	Cair	Cair
Jumlah tangki	2 buah	3 buah
Jenis tangki	Silinder Vertikal	Silinder Vertikal
Kondisi operasi	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	Bahan konstruksi : <i>Steinless Steel 316 SA-240</i> grade M Volume : 147 m ³ Diameter : 6,1 m Tinggi : 14,63 m Jumlah <i>course</i> : 8 Tebal <i>shell</i> : 0,3125 in	Bahan konstruksi : <i>Carbon Steel SA-283 grade C</i> Diameter : 6,1 m Tinggi : 12,8 m Volume : 357,95 m ³ Jumlah <i>course</i> : 7 Tebal <i>shell</i> : 0,375 in
Head & Bottom	<i>Torispherical dished head Flat</i> Tebal head : 0,313 in Tebal bottom : 0,375 in	<i>Torispherical dished head Flat</i> Tebal head : 0,375 in Tebal bottom : 0,375 in
Harga	Rp 1.841.425.022	Rp5.706.576.142

Tabel 3.1. (Lanjutan)

Tangki	T-05	T-06
Fungsi	Penyimpanan O ₂	Penyimpanan Karbon Aktif
Lama Penyimpanan	7 hari	10 hari
Fasa	Gas	Padat
Jumlah tangki	2 buah	1 buah
Jenis tangki	<i>Cylindrical</i>	Silo
Kondisi operasi	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	Bahan konstruksi : 30CrMoLX Volume : 133 m ³ Diameter : 0,559 m Tinggi : 11,58 m Tebal <i>shell</i> : 0,582 in	Bahan konstruksi Carbon steel SA-283 Grade C Volume : 49,63 m ³ Diameter : 3,2 m Tinggi : 7,88 m Diameter ujung : 0,11 m Tebal <i>shell</i> : 0,2155 in
Head & Bottom		
Harga	Rp 408.796.355	Rp861.786.910

Tabel 3.1. (Lanjutan)

Tangki	T-07	
Fungsi	Penyimpanan MSG	
Lama Penyimpanan	3 hari	
Fasa	Padat	
Jumlah tangki	3 buah	
Jenis tangki	Silo	
Kondisi operasi	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	
Spesifikasi	Bahan konstruksi Carbon steel SA-283 Grade C Volume : 217,27 m ³	Diameter : 5,18 m Tinggi : 12,05 m Diameter ujung : 1,65 m Tebal <i>shell</i> : 0,2715 in
Head & Bottom		
Harga	Rp4.336.555.926	

3.3.4. Spesifikasi Alat Transportasi

Tabel 3.2. Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

No	Wujud Bahan	Jenis Alat	Parameter yang harus dicantumkan nilainya, Satuan SI
1	Padat	<i>Belt Conveyor</i>	<p>a) Fungsi : Mengangkut bahan dari T-05 ke <i>bucket elevator</i></p> <p>b) Nama bahan : Karbon Aktif</p> <p>c) Kondisi operasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan 1 atm - Suhu ruangan <p>d) Bentuk bahan : <i>coarse</i> (0,5mm)</p> <p>e) Jenis <i>conveyor</i> : <i>Belt</i></p> <p>f) Kapasitas : 1,82 kg/m</p> <p>g) Kecepatan : 3,79 m/menit</p> <p>h) <i>Motor power</i> : 372,85 watt</p> <p>i) Dimensi : 11 m x 0,35 m x 0,08 m</p> <p>j) <i>Driver pulley</i> diameter : 0,08 m</p> <p>k) <i>Material construction</i> : <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i></p> <p>l) Harga : Rp 219.130.000</p>
2	Padat	<i>Bucket Elevator</i>	<p>a) Fungsi : Mengangkut bahan dari BC-01 ke M-02</p> <p>b) Nama bahan : Karbon Aktif</p> <p>c) Kondisi operasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan 1 atm - Suhu ruangan <p>d) Bentuk bahan : <i>coarse</i> (0,5mm)</p> <p>e) Jenis <i>conveyor</i> : <i>Bucket</i></p> <p>f) Kapasitas : 1,34 kg/<i>bucket</i></p> <p>g) Kecepatan : 1,419 m/menit</p> <p>h) <i>Motor power</i> : 1491,4 watt</p> <p>i) Dimensi : 0,2 m x 0,19 m x 7,62 m</p> <p>j) <i>Driver pulley</i> diameter : head : 0,59 m <i>Tail</i> : 0,51</p>

Tabel 3.2. (Lanjutan)

			<p>k) <i>Material construction</i> : Carbon Steel SA-283 Grade C l) Harga : Rp 226.495.000</p>
3	Padat	<i>Belt Conveyor</i>	<p>a) Fungsi : Mengangkut <i>cake</i> dari FP-02 ke unit pengelolaan limbah b) Nama bahan : <i>cake</i> c) Kondisi operasi: - Tekanan 1 atm - Suhu ruangan d) Bentuk bahan : <i>coarse</i> e) Jenis <i>conveyor</i> : <i>Belt</i> f) Kapasitas : 1,82 kg/m g) Kecepatan : 5,19 m/menit h) <i>Motor power</i> : 372,85 watt i) Dimensi : 10 m x 0,35 m x 0,08 m j) <i>Driver pulley diameter</i> : 0,08 m k) <i>Material construction</i> : Carbon Steel SA-283 Grade C l) Harga : Rp 198.874.000</p>
4	Padat	<i>Belt Conveyor</i>	<p>a) Fungsi : Mengangkut kristal MSG basah dari <i>centrifuge</i> ke <i>rotary dryer</i> b) Nama bahan : kristal basah c) Kondisi operasi: - Tekanan 1 atm - Suhu ruangan d) Bentuk bahan : <i>coarse</i> e) Jenis <i>conveyor</i> : <i>Belt</i> f) Kapasitas : 1,82 kg/m g) Kecepatan : 52,9 m/menit h) <i>Motor power</i> : 1118,55 watt i) Dimensi : 2 m x 0,35 m x 0,08 m j) <i>Driver pulley diameter</i> : 0,08 m k) <i>Material construction</i> : Carbon Steel SA-283 Grade C l) Harga : Rp 40.511.000</p>

Tabel 3.2. (Lanjutan)

5	Padat	<i>Belt Conveyor</i>	<p>a) Fungsi : Mengangkut <i>cake</i> dari FP-01 ke unit pengelolaan limbah bc3</p> <p>b) Nama bahan : <i>cake</i></p> <p>c) Kondisi operasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan 1 atm - Suhu ruangan <p>d) Bentuk bahan : <i>coarse</i></p> <p>e) Jenis <i>conveyor</i> : <i>Belt</i></p> <p>f) Kapasitas : 1,81 kg/m</p> <p>g) Kecepatan : 8,73 m/menit</p> <p>h) <i>Motor power</i> : 372,85 watt</p> <p>i) Dimensi : 10 m x 0,35 m x 0,08 m</p> <p>j) <i>Driver pulley</i> diameter : 0,08 m</p> <p>k) <i>Material construction</i> : <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i></p> <p>a) Harga : Rp 40.511.350</p>
6	Padat	<i>Belt Conveyor</i>	<p>a) Fungsi : Mengangkut bakteri ke alat S-01 bc04</p> <p>b) Nama bahan : bakteri</p> <p>c) Kondisi operasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan 1 atm - Suhu ruangan <p>d) Bentuk bahan : <i>coarse</i></p> <p>e) Jenis <i>conveyor</i> : <i>Belt</i></p> <p>f) Kapasitas : 1,81 kg/m</p> <p>g) Kecepatan : 1,39 m/menit</p> <p>h) <i>Motor power</i> : 248,6 watt</p> <p>i) Dimensi : 10 m x 0,35 m x 0,08 m</p> <p>j) <i>Driver pulley</i> diameter : 0,08 m</p> <p>k) <i>Material construction</i> : <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i></p> <p>a) Harga : Rp 184.142.502</p>

Tabel 3.2. (Lanjutan)

7	Padat	<i>Bucket Elevator</i>	<p>a) Fungsi : Mengangkut bahan dari BC-04 ke S-01 BE04</p> <p>b) Nama bahan : Bakteri</p> <p>c) Kondisi operasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan 1 atm - Suhu ruangan <p>d) Bentuk bahan : <i>coarse</i></p> <p>e) Jenis <i>conveyor</i> : <i>Bucket</i></p> <p>f) Kapasitas : 1,34 kg/bucket</p> <p>g) Kecepatan : 0,52 m/menit</p> <p>h) <i>Motor power</i> : 1491,4 watt</p> <p>i) Dimensi : 0,2 m x 0,19 m x 7,62 m</p> <p>j) <i>Driver pulley diameter</i> : head : 0,59 m</p> <p>l) <i>Tail</i> : 0,51</p>
8	Padat	<i>Belt Conveyor</i>	<p>a) Fungsi : Mengangkut NaOH ke alat R-01 bc05</p> <p>b) Nama bahan : NaOH</p> <p>c) Kondisi operasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan 1 atm - Suhu ruangan <p>d) Bentuk bahan : <i>coarse</i></p> <p>e) Jenis <i>conveyor</i> : <i>Belt</i></p> <p>f) Kapasitas : 1,81 kg/m</p> <p>g) Kecepatan : 14,81 m/menit</p> <p>h) <i>Motor power</i> : 372,85 watt</p> <p>i) Dimensi : 10 m x 0,35 m x 0,08 m</p> <p>j) <i>Driver pulley diameter</i> : 0,08 m</p> <p>k) <i>Material construction</i> : <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i></p> <p>k) Harga : Rp 184.142.502</p>
9	Padat	<i>Bucket Elevator</i>	<p>a) Fungsi : Mengangkut bahan dari BC-05 ke R-01 BE05</p> <p>b) Nama bahan : NaOH</p> <p>c) Kondisi operasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan 1 atm

Tabel 3.2. (Lanjutan)

			<p>- Suhu ruangan</p> <p>d) Bentuk bahan : <i>coarse</i></p> <p>e) Jenis <i>conveyor</i> : <i>Bucket</i></p> <p>f) Kapasitas : 1,34 kg/<i>bucket</i></p> <p>g) Kecepatan : 5,54 m/menit</p> <p>h) <i>Motor power</i> : 1491,4 watt</p> <p>i) Dimensi : 0,2 m x 0,19 m x 7,62 m</p> <p>j) <i>Driver pulley diameter</i> : head : 0,59 m</p> <p>k) <i>Tail</i> : 0,51</p>
10	Cair	<i>Centrifuge pump</i>	<p>a) Fungsi : Mengalirkan molase dari T-04 ke heat exchanger, dilanjutkan ke seeding, dialirkan juga ke <i>fermentor</i></p> <p>b) Nama bahan : molase</p> <p>c) Viskositas : 0,861 cP</p> <p>d) Kapasitas : 1,44 m³/jam</p> <p>e) Pump head : 10,5 m</p> <p>f) Suhu fluida : 30°C</p> <p>g) Instalasi horisontal</p> <p>h) <i>Submersibility</i> : <i>dry</i></p> <p>i) Jenis Pompa : <i>Dynamic pump</i></p> <p>j) <i>Motor power</i> : 372,85 watt</p> <p>k) <i>Material construction</i> : <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i></p> <p>l) Harga : Rp 57.084.000</p>
11	Cair	<i>Gear pump</i>	<p>a) Fungsi : Mengalirkan umpan dari mixer ke <i>fermentor</i></p> <p>b) Nama bahan : molase, bakteri, NH₃, O₂</p> <p>c) Viskositas : 71,12 cP</p> <p>d) Kapasitas 7,16 m³/jam</p> <p>e) Pump head : 9,63 m</p> <p>f) Suhu fluida : 35°C</p> <p>g) Instalasi horisontal</p> <p>h) <i>Submersibility</i> : <i>dry</i></p> <p>i) Jenis Pompa : <i>Positive Displacement</i></p>

Tabel 3.2. (Lanjutan)

			<p>j) <i>Motor power</i> : 559,27 watt</p> <p>a) <i>Material construction</i> : Carbon Steel SA-283 Grade C</p> <p>b) Harga : Rp 160.204.000</p>
12	Cair	<i>Gear pump</i>	<p>a) Fungsi : Mengalirkan umpan dari <i>fermentor</i> ke <i>filter press-01</i></p> <p>b) Nama bahan : Asam Glutamat, Air</p> <p>c) Viskositas : 1.130,42 cP</p> <p>d) Kapasitas 5,27 m³/jam</p> <p>e) Pump head : 34,92 m</p> <p>f) Suhu fluida : 100°C</p> <p>g) Instalasi horisontal</p> <p>h) <i>Submersibility</i> : dry</p> <p>i) Jenis Pompa : <i>Positive Displacement</i></p> <p>j) <i>Motor power</i> : 3728,5 watt</p> <p>k) <i>Material construction</i> : Carbon Steel SA-283 Grade C</p> <p>l) Harga : Rp138.107.000</p>
13	Cair	<i>Gear pump</i>	<p>a) Fungsi : Mengalirkan umpan dari Reaktor ke <i>Mixer-02</i></p> <p>b) Nama bahan : MSG, Asam Glutamat, Air, NaOH</p> <p>c) Viskositas : 340,97 cP</p> <p>d) Kapasitas 4,5 m³/jam</p> <p>e) Pump head : 6,01 m</p> <p>f) Suhu fluida : 30°C</p> <p>g) Instalasi horisontal</p> <p>h) <i>Submersibility</i> : dry</p> <p>i) Jenis Pompa : <i>Positive Displacement</i></p> <p>j) <i>Motor power</i> : 372,85 watt</p> <p>k) <i>Material construction</i> : Carbon Steel SA-283 Grade C</p> <p>l) Harga : Rp 127.058.000</p>

Tabel 3.2. (Lanjutan)

14	Cair	Gear pump	<p>a) Fungsi : Mengalirkan umpan dari <i>mixer-02</i> ke <i>filter press-02</i></p> <p>b) Nama bahan : MSG, Asam Glutamat, Air, NaOH, Karbon aktif</p> <p>c) Viskositas : 330,53 cP</p> <p>d) Kapasitas 4,8 m³/jam</p> <p>e) Pump head : 6 m</p> <p>f) Suhu fluida : 30°C</p> <p>g) Instalasi horisontal</p> <p>h) <i>Submersibility : dry</i></p> <p>i) Jenis Pompa : <i>Positive Displacement</i></p> <p>j) <i>Motor power : 559,27 watt</i></p> <p>k) <i>Material construction : Carbon Steel SA-283 Grade C</i></p> <p>l) Harga : Rp 128.900.000</p>
15	Cair	Gear pump	<p>a) Fungsi : Mengalirkan umpan dari <i>filter press</i> ke <i>evaporator</i></p> <p>b) Nama bahan : MSG, Asam Glutamat, Air, NaOH</p> <p>c) Viskositas : 347,37 cP</p> <p>d) Kapasitas 4,3 m³/jam</p> <p>e) Pump head : 9,8 m</p> <p>f) Suhu fluida : 30°C</p> <p>g) Instalasi horisontal</p> <p>h) <i>Submersibility : dry</i></p> <p>i) Jenis Pompa : <i>Positive Displacement</i></p> <p>j) <i>Motor power : 745,7 watt</i></p> <p>k) <i>Material construction : Carbon Steel SA-283 Grade C</i></p> <p>l) Harga : Rp 123.275.000</p>
			<p>a) Kapasitas 4,3 m³/jam</p> <p>b) Pump head : 4,3 m</p> <p>c) Suhu fluida : 60°C</p>

Tabel 3.2. (Lanjutan)

16	Cair	<i>Gear pump</i>	<p>d) Instalasi horisontal e) Submersibility : dry f) Jenis Pompa : Positive Displacement g) Motor power : 248,57 watt h) Material construction : <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i> a) Harga : Rp 127.058.000</p>
17	Cair	<i>Gear pump</i>	<p>a) Fungsi : Mengalirkan arus recycle dari <i>centrifuge</i> ke heat exchanger Reaktor b) Nama bahan : Asam Glutamat, Air, NaOH c) Viskositas : 940,59 cP d) Kapasitas 1,4 m³/jam e) Pump head : 36,87 m f) Suhu fluida : 60°C g) Instalasi horisontal h) <i>Submersibility : dry</i> i) Jenis Pompa : <i>Positive Displacement</i> j) <i>Motor power : 745,7 watt</i> k) <i>Material construction : Carbon Steel SA-283 Grade C</i> l) Harga : Rp 75.498.000</p>
18	Gas	<i>Blower</i>	<p>a) Fungsi : Mengalirkan gas oksigen dari tangki-06 ke <i>mixer-01</i> b) Nama bahan : O₂ c) <i>Suction and discharge pressure : 1 bar</i> d) Suhu : 30°C e) Kapasitas : 13,13 m³/jam f) <i>Motor Power : 37,28 watt</i> m) <i>Material Construction : Carbon Steel SA-283 Grade C</i> g) Harga : Rp 1.841.000</p>

Tabel 3.2. (Lanjutan)

19	Gas	Blower	<p>a) Fungsi : Mengalirkan gas oksigen dan CO₂ terbentuk dari <i>fermentor</i> ke vent</p> <p>b) Nama bahan : CO₂, O₂</p> <p>c) <i>Suction and discharge pressure</i> : 1 bar</p> <p>d) Suhu : 35°C</p> <p>e) Kapasitas : 8,84 m³/jam</p> <p>f) <i>Motor Power</i> : 37,28 watt</p> <p>n) <i>Material Construction</i> : Carbon Steel SA-283 Grade C</p> <p>g) Harga : Rp 1.841.000</p>
20	Gas	Blower	<p>a) Fungsi : Mengalirkan NH₃ ke fermentor</p> <p>b) Nama bahan : NH₃</p> <p>c) <i>Suction and discharge pressure</i> : 1 bar</p> <p>d) Suhu : 100°C</p> <p>e) Kapasitas : 23,35 m³/jam</p> <p>f) <i>Motor Power</i> : 62,14 watt</p> <p>o) <i>Material Construction</i> : Carbon Steel SA-283 Grade C</p> <p>g) Harga : Rp 5.525.000</p>
21	Gas	Blower	<p>h) Fungsi : Mengalirkan umpan dari <i>evaporator</i> ke vent</p> <p>i) Nama bahan : H₂O, NH₃</p> <p>j) <i>Suction and discharge pressure</i> : 1 bar</p> <p>k) Suhu : 100°C</p> <p>l) Kapasitas : 23,35 m³/jam</p> <p>m) <i>Motor Power</i> : 62,14 watt</p> <p>p) <i>Material Construction</i> : Carbon Steel SA-283 Grade C</p> <p>n) Harga : Rp 5.525.000</p>

3.3.5. Spesifikasi Alat Penukar Panas

A. Heater

Jenis : *Double pipe*

Fungsi : Meningkatkan temperatur molase dari 30°C menjadi 100°C dari tangki penyimpanan (T-04) menuju *Cooler*

Tabel 3.3. Spesifikasi alat *Heater-01*

Operating Condition				
<i>Position</i>	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	<i>Water</i>		<i>Light Organic</i>	
<i>Fluid type</i>	<i>Hot</i>		<i>Cold</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate</i>			7.014,02 kg/jam	
<i>Vapor flowrate</i>	0,65 kg/jam			
<i>Temperatur</i>	120	120	30	100
<i>pressure</i>	2 atm		1 atm	

Mechanical Design			
<i>Annulus</i>		<i>Tube</i>	
<i>Length</i>	15 ft	<i>Length</i>	15 ft
<i>Hairpin</i>	1 buah	<i>Hairpin</i>	1
ID	2,067 in	ID	1,38 in
OD	2,38 in	OD	1,66 in
A	0,622 in	A	0,432 in
ΔP_{cal}	$8,61 \times 10^{-7}$ psi	ΔP_{cal}	0,435 psi
Rd_{cal}	0,3801	Rd_{cal}	0,3801

B. Cooler

Jenis : *Double pipe*

Fungsi : Menurunkan temperatur molase dari 100°C menjadi 30°C dari *Heater* menuju *Seeding* dan *fermentor*

Tabel 3.4. Spesifikasi alat *Cooler*

Operating Condition				
<i>Position</i>	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	<i>Water</i>		<i>Light Organic</i>	
<i>Fluid type</i>	<i>Cold</i>		<i>Hot</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate</i>	30,72 kg/jam		7.014,02 kg/jam	
<i>Temperatur</i>	10°C	25°C	100°C	30°C

<i>pressure</i>	1 atm
-----------------	-------

Mechanical Design			
<i>Annulus</i>		<i>Tube</i>	
<i>Length</i>	15 ft	<i>Length</i>	15 ft
<i>Hairpin</i>	1 buah	<i>Hairpin</i>	1
ID	2,067 in	ID	1,38 in
OD	2,38 in	OD	1,66 in
A	0,622 in	A	0,432 in
ΔP_{cal}	0,001 psi	ΔP_{cal}	0,055 psi
Rd_{cal}	0,403	Rd_{cal}	0,403

C. Evaporator

Fungsi : Menguapkan kandungan air dan NH₃ dari hasil fermentasi

Tabel 3.5. Spesifikasi alat *Evaporator*

Operating Condition					
<i>Position</i>	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>		<i>Unit</i>
<i>Total Fluid Circulated</i>	4.659,99		8.456,89		kg/jam
<i>Fluid</i>	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>	
<i>Liquid</i>	4.659,99		8.793,14	6.892,65	kg/jam
<i>Steam</i>	-		-	1.900,49	kg/jam
<i>Temperature</i>	120	120	35	100	°C
<i>Pressure</i>	2		1		atm

Mechanical Design				
<i>Number of effect</i>		1		<i>Unit</i>
<i>Shell</i>		<i>Tube</i>		
<i>Length</i>	24	<i>Length</i>	24	ft
<i>Passes</i>	4	<i>Passes</i>	1	
<i>ID</i>	33	<i>OD</i>	1,4	in
<i>Baffle spaces</i>	16,5	<i>Baffle spaces</i>	16,5	in
		<i>Surface area</i>	0,01	ft ²
ΔP_{cal}	0,0008	ΔP_{cal}	0,01194	psi

R_{dcal}	0,1586	R_{dcal}	0,1586	
------------	--------	------------	--------	--

D. Rotary Dryer

Fungsi : Mengeringkan kristal basah hasil *centrifuge*

Tabel 3.6. Spesifikasi alat *Rotary Dryer*

<i>Operating Condition</i>				
<i>Fase</i>	<i>Crystal</i>		<i>Air</i>	
<i>Fluid type</i>	<i>Wet</i>		<i>Dry</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>flowrate</i>	5.517 kg/jam	5.277 kg/jam	88 kg/jam	328 kg/jam
<i>Temperatur</i>	30°C	30°C	100°C	40°C
<i>pressure</i>	1 atm			

<i>Mechanical Design</i>			
<i>Length</i>	5,2 m	<i>slope</i>	4 cm/m
D	1,3 m	H <i>flight</i>	0,16 m
A	1,3 m ²	L <i>flight</i>	2 m
L <i>Drum</i>	5,2 m	Jumlah <i>flight</i>	12 buah
V	7 m ³	Total <i>Circle</i>	3 buah
N _{putar}	2 rpm	Tebal <i>Shell</i>	0,25 in
<i>Motor Power</i>	1118,5 watt		

3.4. Neraca Massa

3.4.1. Sterilisasi (*HE dan CL*)

Tabel 3.7. Neraca Massa Sterilisasi (*HE dan CL*)

KOMPONEN	MASUK	KELUAR	
	ARUS 1	ARUS 2	ARUS 3
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
$C_6H_{12}O_6$	7.014,02	2.888,29	4.125,73
$C_5H_9NO_4$			
NH_3			
O_2			
CO_2			
H_2O			
$C_5H_8NNaO_4$			
NAOH			
TOTAL	7.014,02	2.888,29	4.125,73
kg/jam	7.014,02		7.014,02

3.4.2. Seeding

Tabel 3.8. Neraca massa Seeding

KOMPONEN	MASUK		KELUAR
	ARUS 2	ARUS 4	ARUS 6
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
$C_6H_{12}O_6$	2.888,29		2.602,55
$C_5H_9NO_4$			
NH_3			
O_2		2.060,88	2.060,88
CO_2			
H_2O			
$C_5H_8NNaO_4$			
NAOH			
M. Glutamicus		127,00	412,74
TOTAL	2.888,29	2.187,88	5.076,17
kg/jam		5.076,17	5.076,17

3.4.3. Fermentor

Tabel 3.9. Neraca massa *Fermentor*

KOMPONEN	MASUK			KELUAR	
	ARUS 3	ARUS 5	ARUS 6	ARUS 7	ARUS 23
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
C ₆ H ₁₂ O ₆	4.125,73		2.602,55	126,95	
C ₅ H ₉ NO ₄				5.079,91	
NH ₃		598,93		11,98	
O ₂			2.060,88		41,22
CO ₂					1.519,17
H ₂ O				2.227,86	
C ₅ H ₈ NNaO ₄					
NAOH					
M. Glutamicus			412,74	793,74	
TOTAL	4.125,73	598,93	5.076,17	8.240,43	1.560,39
kg/jam			9.800,83		9.800,83

3.4.4. Filter Press-01

Tabel 3.10. Neraca massa *Filter Press-01*

KOMPONEN	MASUK	KELUAR	
	ARUS 13	ARUS 14	ARUS 15
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
C ₆ H ₁₂ O ₆	126,95		126,95
C ₅ H ₉ NO ₄	5.079,91		5.079,91
NH ₃	11,98		11,98
O ₂			
CO ₂			
H ₂ O	2.227,86		2.227,86
C ₅ H ₈ NNaO ₄			
NAOH			
M. Glutamicus	793,74	793,74	
TOTAL	8.240,43	793,74	7.446,70
kg/jam	8.240,43		8.240,43

3.4.5. Reaktor

Tabel 3.11. Neraca massa Reaktor

KOMPONEN	MASUK		KELUAR	RECYCLE	FRESH FEED
	ARUS 9	ARUS 10	ARUS 11	ARUS 18	
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
C ₆ H ₁₂ O ₆	126,95		126,95		126,95
C ₅ H ₉ NO ₄	5.079,91		1.015,98	1.015,98	4.063,93
NH ₃	11,98		11,98		11,98
O ₂			-		-
CO ₂			-		-
H ₂ O	2.227,86		2.697,87	89,66	1.630,64
C ₅ H ₈ NNaO ₄			4.671,07		-
NAOH		1.346,44	269,29	269,29	1.077,15
M. Glutamicus					-
TOTAL	7.446,70	1.346,44	8.793,14	1.374,93	
kg/jam		8.793,14	8.793,14		

3.4.6. Mixer

Tabel 3.12. Neraca massa Mixer

KOMPONEN	MASUK		KELUAR
	ARUS 11	ARUS 12	ARUS 13
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
C ₆ H ₁₂ O ₆	126,95		126,95
C ₅ H ₉ NO ₄	1.015,98		1.015,98
NH ₃	11,98		11,98
O ₂			-
CO ₂			-
H ₂ O	2.697,87		2.697,87
C ₅ H ₈ NNaO ₄	4.671,07		4.671,07
NAOH	269,29		269,29
karbon aktif		439,66	439,66
M. Glutamicus			
TOTAL	8.793,14	439,66	9.232,80
kg/jam		9.232,80	9.232,80

3.4.7. *Filter Press-02*

Tabel 3.13. Neraca massa *Filter Press-02*

KOMPONEN	MASUK	KELUAR	
	ARUS 13	ARUS 14	ARUS 15
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
C ₆ H ₁₂ O ₆	126,95		126,95
C ₅ H ₉ NO ₄	1.015,98		1.015,98
NH ₃	11,98		11,98
O ₂	-		-
CO ₂	-		-
H ₂ O	2.697,87		2.697,87
C ₅ H ₈ NNaO ₄	4.671,07		4.671,07
NAOH	269,29		269,29
karbon aktif	439,66	439,66	-
M. Glutamaticus	-		-
TOTAL	9.232,80	439,66	8.793,14
kg/jam	9.232,80		9.232,80

3.4.8. *Evaporator*

Tabel 3.14. Neraca massa *Evaporator*

KOMPONEN	MASUK	KELUAR	
	ARUS 7	ARUS 8	ARUS 9
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
C ₆ H ₁₂ O ₆	126,95		126,95
C ₅ H ₉ NO ₄	1.015,98		1.015,98
NH ₃	11,98	11,98	
O ₂			
CO ₂			
H ₂ O	2.697,87	1.888,51	809,36
C ₅ H ₈ NNaO ₄	4.671,07		4.671,07
NAOH	269,29		269,29
M. Glutamaticus			
TOTAL	8.793,14	1.900,49	6.892,65
kg/jam	8.793,14		8.793,14

3.4.9. Kristalisator

Tabel 3.15. Neraca massa Kristalisator

KOMPONEN	MASUK	KELUAR
	ARUS 15	ARUS 16
	kg/jam	kg/jam
$C_6H_{12}O_6$	126,95	126,95
$C_5H_9NO_4$	1.015,98	1.015,98
NH_3		
O_2		
CO_2		
H_2O	809,36	809,36
$C_5H_8NNaO_4$	4.671,07	4.671,07
NAOH	269,29	269,29
TOTAL	6.892,65	6.892,65
kg/jam	6.892,65	6.892,65

3.4.10. Centrifuge

Tabel 3.16. Neraca massa *Centrifuge*

KOMPONEN	MASUK	KELUAR	
	ARUS 16	ARUS 18	ARUS 17
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
$C_6H_{12}O_6$	126,95		126,95
$C_5H_9NO_4$	1.015,98	1.015,98	
NH_3	-		
O_2	-		
CO_2	-		
H_2O	809,36	89,66	719,70
$C_5H_8NNaO_4$	4.671,07		4.671,07
NAOH	269,29	269,29	
TOTAL	6.892,65	1.374,93	5.517,72
kg/jam	6.892,65		6.892,65

3.4.11. Rotary Dryer

Tabel 3.17. Neraca massa *Rotary Dryer*

KOMPONEN	MASUK		KELUAR	
	ARUS 17	ARUS 18	ARUS 19	ARUS 20
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
C ₆ H ₁₂ O ₆	126,95			126,95
C ₅ H ₉ NO ₄				
NH ₃				
O ₂				
CO ₂				
H ₂ O	719,70		239,90	479,80
C ₅ H ₈ NNaO ₄	4.671,07			4.671,07
NAOH				
Udara		88,82	88,82	
TOTAL	5.517,72	88,82	328,72	5.277,82
kg/jam		5.606,54		5.606,54

3.5. Neraca Panas

3.5.1. Heater

Tabel 3.18. Neraca Panas *Heater*

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Bahan	125,36	1.880,35
Pemanas	1.754,99	
Total	1.880,35	1.880,35

3.5.2. Cooler

Tabel 3.19. Neraca panas *Cooler*

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Bahan	1.880,35	125,36
Pendingin -	1.754,99	
Total	125,36	125,36

3.5.3. Seeding

Tabel 3.20. Neraca panas *Seeding*

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Bahan	3.116	9.168
Pemanas	6.052	
Total	9.168	9.168

3.5.4. Fermentor

Tabel 3.21. Neraca panas *Fermentor*

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Bahan	3.115,99	9.168,26
Pemanas	6.052,27	
Total	9.168,26	9.168,26

3.5.5. Reaktor

Tabel 3.22. Neraca panas Reaktor

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Bahan	13.830,33	16.985,63
Reaksi	- 3.897.275,51	
Pemanas	3.900.430,81	
Total	16.985,63	16.985,63

3.5.6. Evaporator

Tabel 3.23. Neraca panas *Evaporator*

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Bahan	78.760,35	297.646,82
Penguapan		3.691.371,40
Pemanas	3.910.257,87	
Total	3.989.018,21	3.989.018,21

3.5.7. Rotary Dryer

Tabel 3.24. Neraca panas *Rotary Dryer*

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Bahan	6,06	182.674,85
Udara Kering	182.651,17	
Total	182.657,24	182.674,85



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

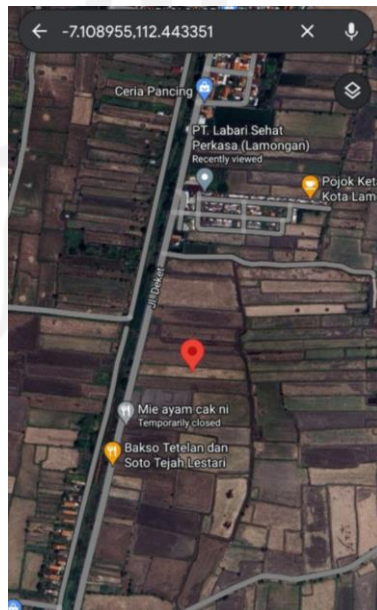
4.1. Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan unsur yang kuat dalam menunjang suatu industri. Banyak faktor mendalam yang diperlukan dalam pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik. Hal utama untuk menekan biaya produksi dan distribusi suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa dalam perkembangannya.

Biaya produksi dan biaya distribusi minimum serta faktor lain seperti keadaan social masyarakat, lahan perluasan pabrik, dan lain-lainnya harus diperhitungkan sebagai penentuan lokasi pabrik. Kedudukan pabrik dalam persaingan dipengaruhi oleh pemilihan pabrik yang tepat dan merupakan kontribusi penting. Selain itu, pemilihan lokasi pabrik menentukan kelangsungan produksinya.

Diperlukan pula pertimbangan sosiologis, sebagai pertimbangan lain selain pertimbangan ekonomis dan teknis. Pertimbangan sosiologis yaitu pertimbangan untuk mencegah dan memperhitungkan hambatan sosiologis yang muncul dari masyarakat. Selain itu, pertimbangan sosiologis dapat mempelajari sikap masyarakat di sekitar daerah yang dipilih untuk menjadi lokasi pabrik.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut maka pembuatan pabrik Monosodium Glutamat direncanakan untuk lokasi di Lamongan, Jawa Timur.



Gambar 4.1. Lokasi Lahan Pabrik Berdiri

Dengan berbagai pertimbangan sebagai berikut:

4.1.1. Sumber Dan Fasilitas Air

Lamongan merupakan salah satu Kawasan industri dan sektor pertanian yang unggul di Indonesia, sehingga utilitas air dapat disediakan dengan cukup mudah dan tidak sulit karena dekat anak sungai dari Sungai Bengawan Solo. Sektor pertanian di kabupaten lamongan adalah sektor yang paling unggul dari sektor yang lain karena kabupaten lamongan termasuk penyumbang padi terbesar di Jawa Timur.

4.1.2. Ketersediaan Sumber Bahan Baku

Molase adalah sumber bahan baku yang digunakan dalam pembuatan monosodium glutamat. Pabrik molase yang menjadi sumber bahan baku terbesar saat ini berada di PT. Kebun Tebu Mas di Lamongan dengan produk samping sebanyak 367.820,778 ton. Pabrik monosodium glutamat perlu didirikan tidak jauh dari sumber bahan bakunya untuk meminimalisir biaya transportasi dalam penyediaan bahan baku.

4.1.3. Pemasaran

Wilayah pemasaran yang dekat dengan lokasi pabrik dapat menguntungkan distribusi produk karena akan berjalan dengan mudah. Penentuan lokasi pabrik yang dipertimbangkan oleh besarnya permintaan pasar di daerah tersebut menjadi salah satu faktor penting dalam berjalannya sebuah pabrik. Besarnya permintaan pasar terhadap produk yang dihasilkan pada wilayah Lamongan dapat menjadi pertimbangan dalam penentuan lokasi pabrik.

4.1.4. Ketersediaan sumber daya manusia (SDM)

Salah satu faktor utama bagi keberlangsungan pabrik dan perusahaan adalah sumber daya manusia. Lamongan merupakan salah satu kawasan padat penduduk dan dengan dibangunnya pabrik MSG yang lokasinya berbatasan dengan lingkungan penduduk dapat membantu masyarakat dengan memberikan lapangan pekerjaan yang layak. (Badan Statistik Kabupaten Lamongan, 2021)

Selain itu, untuk mempermudah pabrik dan perusahaan mendapatkan sumber daya manusia yang sesuai dan kompeten dalam bidangnya, Lamongan memiliki perguruan tinggi negeri maupun swasta.

4.1.5. Sarana transportasi

Lokasi Kabupaten Lamongan yang strategis dapat memudahkan pabrik dalam melakukan kegiatan distribusi baik ekspor. Kegiatan ekspor dapat dilakukan dengan mudah dikarenakan lokasi yang dekat dengan kabupaten industry lainnya seperti Sidoarjo, Jombang, Nganjuk, hingga Surabaya. Selain itu, lokasi pabrik juga dekat dengan Pelabuhan Internasional Srowo dan bandara Juanda untuk kegiatan ekspor.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan penempatan tiap bagian penting pada pabrik, bagian penting bagian pabrik adalah antara lain adalah area perkantoran, area produksi, area gudang, area taman, area parkir, unit utilitas, pengolahan limbah, dan lain lain.

Penentuan tata letak pabrik haruslah di rancang dengan seefisien mungkin agar pabrik yang akan beroperasi secara ekonomi, kebutuhan proses, operasi, perawatan, keamanan, perluasan dan pengembangan pabrik dapat dilakukan secara optimal.

Secara garis besar tata letak bagian penting pabrik, yaitu :

4.2.1. Area Perkantoran dan Laboratorium

Area Perkantoran merupakan pusat dari kegiatan administrasi yang ada di pabrik yang akan mengatur kelancaran dari pabrik yang beroperasi. Laboratorium merupakan tempat pengembangan suatu produk dan tempat yang akan memastikan kualitas dan kuantitas produk yang di produksi oleh pabrik

4.2.2. Area Proses Produksi dan Ruang Kontrol

Area proses produksi merupakan area dimana diletakan alat proses yang digunakan dalam proses produksi yang akan berlangsung. Terdapat juga ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses yang berlangsung.

4.2.3. Area Pergudangan, Bengkel, dan Garasi

Area tempat penyimpanan alat alat dan bahan kimia serta bahan baku yang diperlukan pada proses produksi, area reparasi bengkel dan area parkir kendaraan.

4.2.4. Area Taman dan Fasilitas Umum

Area dimana tempat para karyawan melakukan kegiatan umum, seperti beristirahat dan berkomunikasi santai. Area fasilitas umum akan meliputi

mushola, toilet, fasilitas kesehatan yang dapat digunakan karyawan maupun pengunjung sehingga meningkatkan efektifitas karyawan dalam bekerja.

4.2.5. Area Utilitas

Area utilitas merupakan tempat yang akan menjadi penyedia kebutuhan operasi pabrik sebagai sarana pendukung seperti air, steam, bahan bakar, dan listrik.

4.2.6. Area Pengolahan Limbah

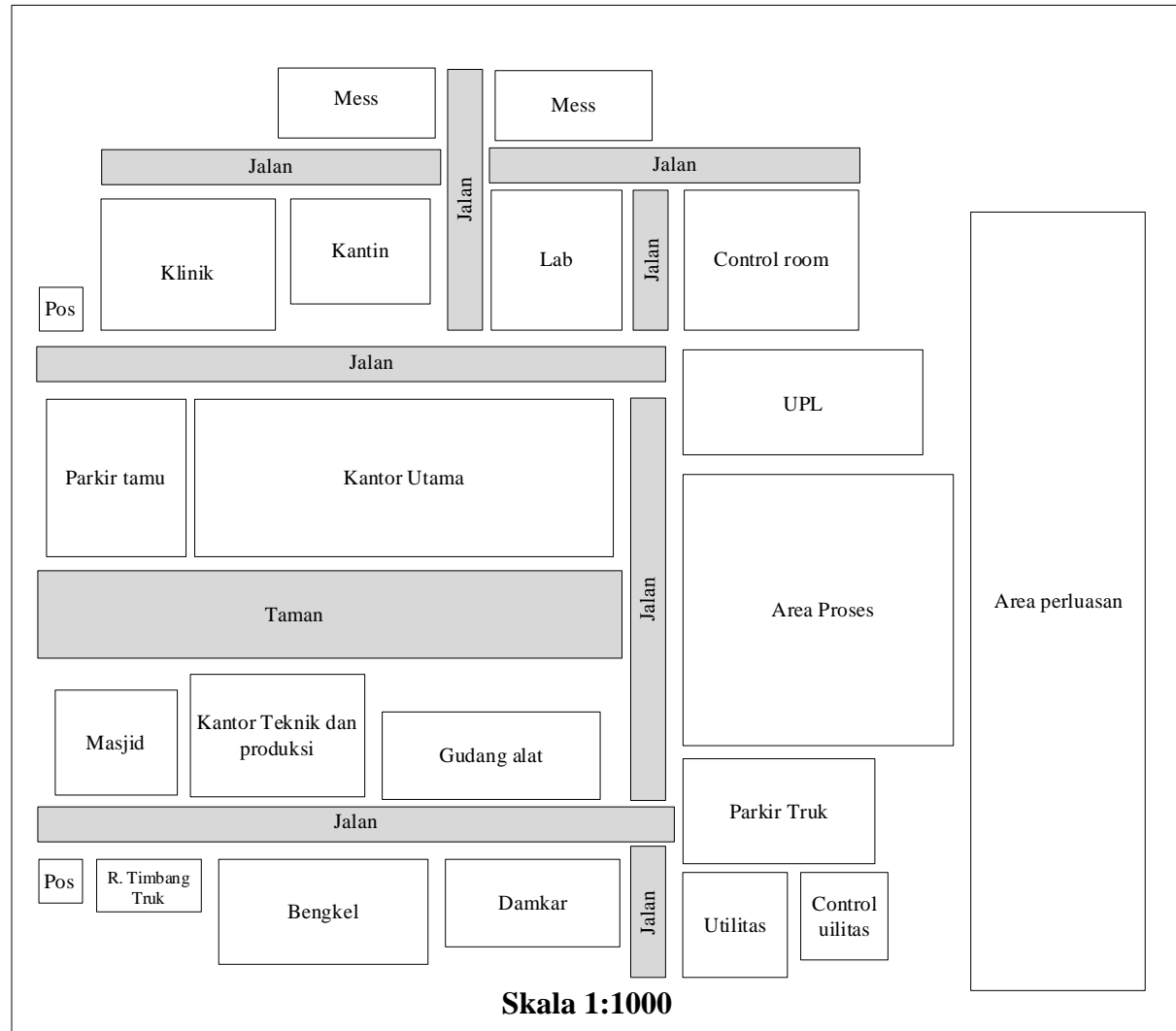
Area pengolahan limbah merupakan tempat limbah dari hasil samping produksi diolah sedemikian rupa hingga aman dari segala jenis racun dan tidak mencemari lingkungan.

4.2.7. Area Perluasan

Area perluasan merupakan area kosong yang dipersiapkan untuk apabila pabrik membutuhkan lahan untuk mendirikan alat tambahan untuk proses produksi di masa yang akan datang, area perluasan ini terletak di belakang pabrik.

Tabel 4.1. Luas Area Bangunan

Area	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
Kantor utama	44	18	792
Pos Keamanan/satpam	10	10	100
Mess	16	36	576
Parkir Tamu	16	18	288
Parkir Truk	20	12	240
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280
Klinik	20	15	300
Masjid	14	12	168
Kantin	16	12	192
Bengkel	24	12	288
Unit pemadam kebakaran	20	10	200
Gudang alat	25	10	250
Laboratorium	15	16	240
Utilitas	12	12	152
Area proses	31	31	986
Control Room	25	20	500
Control Utilitas	10	10	100
Unit pengolahan limbah	40	17	680
Jalan dan taman	200	5	1.000
Perluasan pabrik	20	110	2.200
Luas Bangunan	315	245	5.196
Total	611	407	9.604



Gambar 4.2. Tata Letak Pabrik

4.3. Tata Letak Mesin/Alat Proses

Tata letak alat proses merupakan penataan letak alat dengan dirancang sedemikian rupa agar menunjang kelancaran produksi produk selama proses produksi. Tata letak alat proses juga meningkatkan faktor keamanan dan kenyamanan kerja untuk karyawan sehingga dapat meningkatkan semangat kerja dan produktivitas kerja. Dalam perancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

4.3.1. Aliran Bahan Baku Dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

4.3.2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

4.3.3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam perancangan *layout* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

4.3.5. Pertimbangan Ekonomi

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

4.3.6. Jarak Antar Alat Proses

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

4.3.7. Maintenance

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan alat dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada.

Penjadwalan dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan. Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi:

a. Over Head 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagianbagian alat yang rusak, kemudian dikembalikan seperti kondisi semula.

b. Repairing

Merupakan kegiatan maintenance yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance adalah:

i. Umur alat

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

ii. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

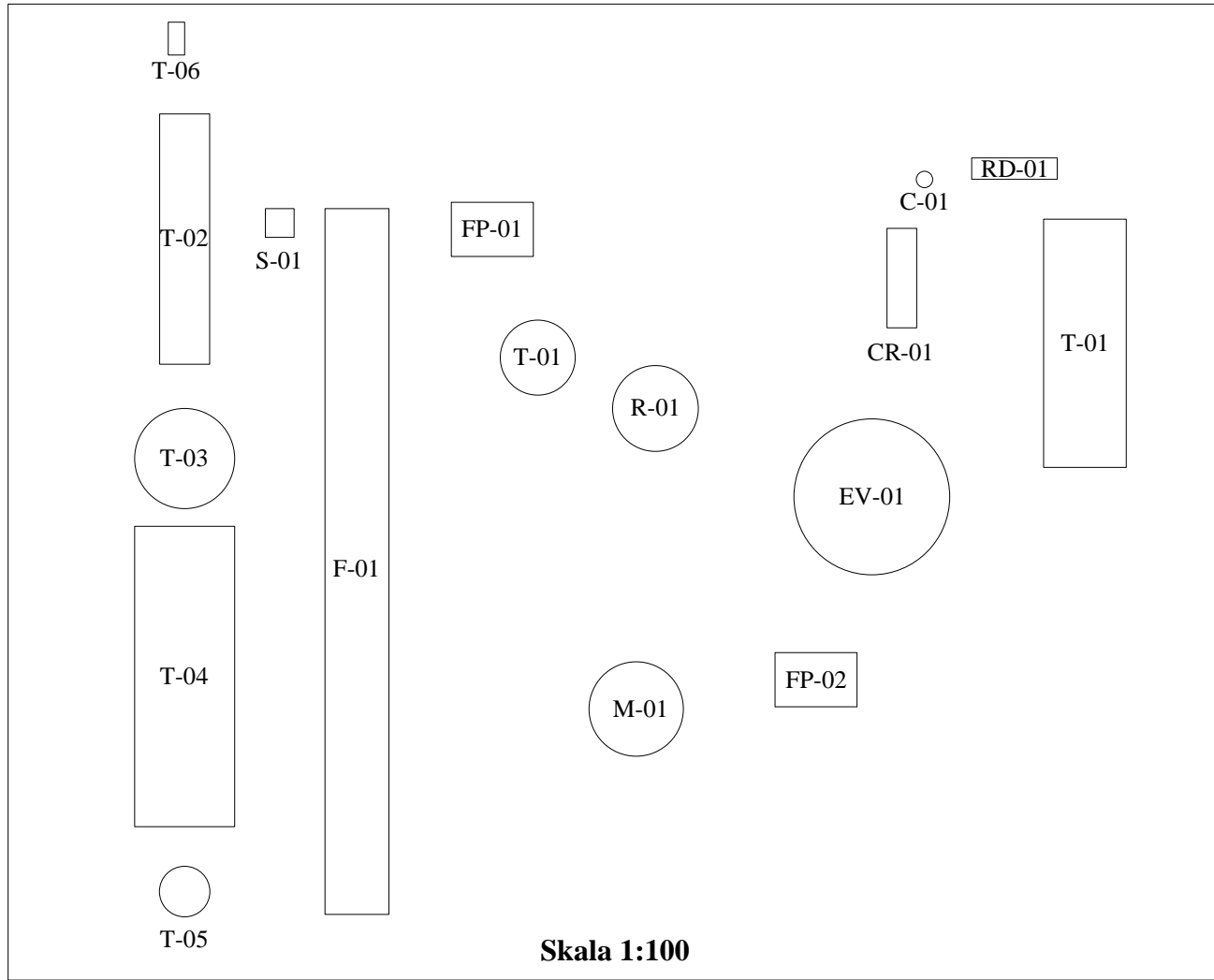
a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin

b. Biaya material dikendalikan lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya faktor yang tidak penting.

- c. Jika tata letak peralatan proses sudah benar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.

Tabel 4.2. Luas Alat Proses

Alat	Panjang, m	Lebar, m	Diameter, m	Luas, m ²	Banyak Alat	Luas Total, m ²
Mixer-01			1	1	6	3
Fermentor			4	12	11	131
Mixer-02			2	3	1	3
Reaktor			2	2	1	2
Centrifuge			1	1	1	1
FP-02	2	5		8	3	23
Kristalisator	6	2		11	1	11
Rotary Dryer	1	5		7	1	7
Evaporator			3	7	1	7
Cooler-01	5	1		3	1	3
FP-01	2	14		27	3	82
Heater-01	5	1		3	1	3
Tangki Molase			6	29	3	88
Tangki NH ₃			6	29	1	29
Silo Bakteri			3	7	5	37
Silo NaOH			5	16	1	16
Tangki O ₂			1	1	2	2
Silo MSG			5	20	3	60
Silo Karbon Aktif			3	7	1	7
Total	20	27	41	195	47	515



Gambar 4.3. Tata Letak Mesin

4.4. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Penerapan K3 penting dilakukan oleh setiap perusahaan karena menjadi tanggung jawab perusahaan untuk melindungi karyawan atas kesehatan dan keselamatan dalam bekerja. Sebagai faktor pendukung penerapan “*Operation Excellence*” penerapan K3 perlu terus diupayakan. Penerapan K3 tentunya tidak hanya dilakukan oleh karyawan perusahaan saja, tetapi juga untuk tamu yang berkunjung agar keselamatan kerja benar-benar bisa tercapai. Beberapa contoh penerapan K3 dalam pabrik industri sebagai salah satunya pabrik monosodium glutamat adalah sebagai berikut:

- Pemberian Tanda Peringatan K3

Memberi tanda peringatan seperti menempelkan stiker sebagai bentuk peringatan pada Alat Pelindung Diri (APD) yang diletakkan atau dipasang pada lokasi yang mumpuni seperti di ruang simpan APD.

- Perawatan Mesin Berkala

Untuk menjaga kondisi mesin tetap baik sehingga meminimalisir risiko kecelakaan kerja, perlu dilakukan perawatan pada mesin secara berkala. Perawatan mesin dilakukan berbeda-beda tergantung frekuensi penggunaan mesin, umur mesin, dan lain sebagainya.

- Jam kerja

Dalam Pasal 77 UU Nomor 13 tahun 2003 yang mengatur tentang jam kerja yaitu 40 jam kerja dalam 1 minggu. Diluar jam tersebut maka dikenakan sebagai jam lembur dan berhak mendapatkan gaji lembur. Jam kerja yang sesuai dapat meminimalisir risiko bahaya yang terjadi akibat *human error* hingga kelelahan di lokasi kerja, sehingga membantu menjaga kondisi fisik dan mental karyawan.

4.5. Organisasi Perusahaan

4.5.1. Bentuk Perusahaan

Dalam badan hukum, bentuk perusahaan digolongkan menjadi 4:

- Persekutuan Komanditer (CV) adalah badan usaha yang didirikan oleh 2 orang atau lebih dan mempercayakan modal yang dimiliki kepada 2 orang atau lebih tersebut.

- Persekutuan firma, didirikan dengan persetujuan notaris, modal dikumpulkan oleh 2 orang atau lebih dengan tanggung jawab yang sama.
- Perusahaan perorangan, perusahaan yang bekerja dimana modal dipegang oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh atas berdirinya perusahaan.
- Perseroan terbatas dimana modal didapatkan atas saham yang dijual dan pemegang saham bertanggung jawab penuh atas modal yang menjadi tumpuan berdirinya perusahaan.

Perencanaan bentuk perusahaan yang dipilih untuk perancangan pabrik monosodium glutamat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Secara fungsi, kemajuan berputarnya roda ekonomi nasional yang tidak terbatas pada pra plaku usaha dapat menjadikan PT sebagai sarana penunjang. Di samping itu, PT sangat membantu untuk kebutuhan kelembagaan usaha, seperti usaha mikro, kecil, UKM, dan usaha skala besar dapat menjadikan PT untuk membantu berputarnya roda usaha mereka.

Selain itu, PT dipilih karna status badan hukumnya yang jelas, para akademisi, praktisi, dan pengusaha telah menerima badan hukum PT seperti yang telah dijelaskan pada pasal 1 ayat 1 dari Undang-undang No. 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas (UU-PT) yang mengatur bahwa PT adalah badan hukum persekutuan modal, didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi atas saham dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam undang-undang. Tentunya, dalam organisasi bisnis, perseroan mempunyai tujuan untuk kemajuan perusahaan dan untuk menjalankan usahanya, PT harus memiliki struktur organisasi yang kompeten dan disusun dengan teratur.

4.5.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan

suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain (Zamani, 1998):

- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi
- Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi
- Adanya kesatuan arah (*unity of direction*)
- Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
- Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
- Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
- Adanya koordinasi
- Struktur organisasi disusun sederhana
- Pola dasar organisasi harus relatif permanen
- Adanya jaminan batas (*unity of tenure*)
- Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya
- Penempatan orang harus sesuai keahliannya.

Untuk menjalin komunikasi dan kerjasama yang baik antar karyawan, maka diperlukan suatu struktur organisasi. Struktur organisasi ini didasarkan pada bentuk dan kebutuhan perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam struktur organisasi serta tugas dan wewenang meliputi :

- Dewan Komisaris
 - Melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP) dan Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP).
 - Mengawasi dan mengevaluasi kinerja Direksi.
 - Mengawasi Direksi dalam menjalankan kegiatan perusahaan serta memberikan nasihat kepada Direksi.
 - Mengkaji sistem manajemen.
- Direktur Utama

- Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- Menjaga kestabilan organisasi perusahaan, sehingga komunikasi antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen dapat berlangsung dengan baik.
- Mengkoordinasi kerja sama antara bagian produksi dan bagian umum. Dalam pelaksanaannya, Direktur utama membawahi Direktur Operasi & Produksi dan Direktur Administrasi & Umum.

- Kepala Bagian

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

- Kepala Bagian Proses dan Utilitas
- Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.
- Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik. Dan Instrumentasi
- Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.
- Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu
- Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan.
- Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran
- Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
- Kepala Bagian Administrasi

- Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.
- Kepala Bagian Humas dan Keamanan
- Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.
- Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan
- Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.
- Kepala Seksi
- Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing-masing sesuai dengan bidangnya:
- Kepala Seksi Proses
- Kepala Seksi Utilitas
- Kepala Seksi Bengkel dan Pemeliharaan
- Kepala Seksi Operasi dan Pemeliharaan
- Kepala Seksi Administrasi Pemasaran
- Kepala Seksi Administrasi Penjualan
- Kepala Seksi Pengendalian Kualitas
- Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja
- Kepala Seksi Keuangan
- Kepala Seksi Pelapor Keuangan & Manajemen
- Kepala Seksi Akuntansi Biaya
- Kepala Seksi Pelayanan Umum
- Kepala Seksi Keamanan

4.5.3. Ketenagakerjaan

Pengelolaan sumber daya manusia yang akan ditempatkan di bidang-bidang kerja yang sesuai dengan keahlian mereka merupakan salah

satu faktor pendukung berkembangnya suatu perusahaan. Faktor tenaga kerja merupakan faktor penunjang keberlangsungan jalannya suatu produksi.

Fasilitas dan komunikasi yang baik yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan dapat menghasilkan hubungan timbal-balik yang dapat berlangsung dengan baik. Upah Minimum Regional (UMR) menjadi salah satu contoh bentuk upah yang sesuai, dengan begitu diharapkan dapat mencapai tingkat kesejahteraan bagi para karyawan.

4.5.4. Jadwal kerja Karyawan

Pabrik *monosodium glutamate* direncanakan kontinyu selama 24 jam dan jumlah 330 hari dalam setahun, sisa hari yang lain digunakan untuk perbaikan, perawatan alat, dan shut down. Untuk pembagian jam kerja karyawan terdapat dua yaitu:

- Karyawan Non *shift*

Pekerja atau karyawan yang masuk kerja pada jam pagi secara terus menerus dapat dikategorikan sebagai pekerja non-shift.

Pimpinan perusahaan dengan masing-masing jabatannya dan dan admin perusahaan adalah contoh dari beberapa pekerja non-shift. Yang termasuk karyawan non *shift* adalah direktur, *staff* ahli, kepala bagian, kepala seksi, dan bagian administrasi. Adapun rincian untuk jadwal karyawan non-shift sebagai berikut:

Hari Senin - Kamis :

Pukul 08.00 - 12.00 (jam kerja)

Pukul 12.00 - 13.00 (istirahat)

Pukul 13.00 - 16.00 (jam kerja)

Hari Jumat :

Pukul 08.00 - 11.30 (jam kerja)

Pukul 11.30-13.30 (istirahat)

Pukul 13.30 - 16.00 (jam kerja)

- Karyawan Shift

Shift adalah istilah yang digunakan untuk karyawan dalam waktu kerja yang dibagi tiga bagian waktu, yaitu pagi, siang, dan malam. Waktu shift ditentukan oleh pimpinan perusahaan sehingga karyawan yang masuk dalam waktu shift tertentu masuk kerja dalam pembagian waktu shift pagi, siang, atau malam untuk waktu yang telah ditentukan dalam satu hari sebagai berikut:

Karyawan operasi

- Shift pagi (P) : pukul 08.00- 16.00
- Shift sore (S) : pukul 16.00 - 24.00
- Shift malam (M) : pukul 24.00- 08.00

Kegiatan perusahaan yang dilaksanakan oleh para staff dilakukan selama 7 jam per hari dengan 1 jam istirahat. Jumlah pekerja non staff terbagi menjadi empat tim (A, B, C, D) yang dilakukan dengan tiga kali pembagian shift dalam satu hari. Tim bekerja secara bergantian dalam 1 hari. Jadwal kerja dari masing-masing tim sebagai berikut:

Tabel. 4.3. Jadwal *Shift* Kerja Karyawan

Grup	Tanggal															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	M			S	S	S	S	S		P	P	P	P	P		
B	S	S	S		P	P	P	P				M	M	M	M	M
C	P	P	P	P			M	M	M	M	M			S	S	S
D		M	M	M	M	M			S	S	S	S	S		P	P

Grup	Tanggal															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
A	M	M	M	M	M			S	S	S	S	S		P	P	
B			S	S	S	S	S		P	P	P	P	P			
C	S	S		P	P	P	P	P			M	M	M	M	M	
D	P	P	P			M	M	M	M	M			S	S	S	

4.5.5. Perincian Jabatan dan Jenjang Pendidikan

Perincian jabatan dan jenjang pendidikan terdapat beberapa kriteria yang disesuaikan dengan keahlian tertentu dan tanggung jawab masing-masing posisi. Jenjang pendidikan dimulai dari Sarjana S2 hingga lulusan SMA, dengan perincian sebagai berikut:

Tabel 4.4. Perincian Jabatan dan Jenjang Pendidikan

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan
1	Direktur Utama	S2
2	Direktur Teknik dan Produksi	S2
3	Direktur Keuangan dan Umum	S2
4	Staff Ahli	S2
5	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	S1
6	Ka. Bag. Perencanaan dan Pemeliharaan	S1
7	Ka. Bag. Mitra Bisnis	S1
8	Ka. Bag. Teknologi	S1
9	Ka. Bag. Litbang	S1
10	Ka. Bag. Administrasi Keuangan	S1
11	Ka. Bag. Pengembangan SDM	S1
12	Ka. Bag. Umum	S1
13	Ka. Bag. IT	S1
14	Ka. Sek. Utilitas	S1
15	Ka. Sek. Proses	S1
16	Ka. Sek. Bengkel dan Pemeliharaan	S1
17	Ka. Sek. Operasi Pemeliharaan	S1
18	Ka. Sek. Administrasi Pemasaran	S1
19	Ka. Sek. Administrasi Penjualan	S1
20	Ka. Sek. Pengelolaan Energi	S1
21	Ka. Sek. Pengendalian Kualitas	S1
22	Ka. Sek. K3	S1
23	Ka. Sek. Keuangan	S1
24	Ka. Sek. Pelaporan Keuangan dan Manajemen	S1
25	Ka. Sek. Akutansi Biaya	S1
26	Ka. Sek. Pelayanan Umum	S1
27	Ka. Sek. Kemananan	S1
28	Karyawan Bengkel dan Pemeliharaan	S1/D3
29	Karyawan Operasi dan Pemeliharaan	S1/D3
30	Karyawan Administrasi Pemasaran	S1/D3
31	Karyawan Administrasi Penjualan	S1/D3
32	Karyawan Pengolahan Energi	S1/D3
33	Karyawan Pengendalian Kualitas	S1/D3
34	Karyawan K3	S1/D3
35	Karyawan Keuangan	S1/D3
36	Karyawan Pelaporan Keuangan	S1/D3
37	Karyawan Akutansi Biaya	S1/D3
38	Karyawan Pelayanan Umum	S1/D3
39	Karyawan SDM	S1/D3
40	Karyawan Operasi	S1/D3
41	Karyawan Utilitas	S1/D3
42	Karyawan IT	S1/D3
43	Operator Proses	S1/D3

Tabel 4.4. (Lanjutan)

44	Operator Utilitas	S1/D3
45	Sekretaris	S1
46	Dokter	S1
47	Perawat	D3
48	Satpam	SMK/SLTA/Sederajat
49	Supir	SMK/SLTA/Sederajat
50	Cleaning Service	SMK/SLTA/Sederajat

4.5.6. Kesejahteraan Karyawan

Salah satu faktor penunjang dari keefektifitasan karyawan dalam bekerja adalah kesejahteraan karyawan. Berikut ini adalah fasilitas-fasilitas yang diberikan pada karyawan untuk meningkatkan kesejahteraan:

- Pengobatan
 - Dalam undang-undang yang berlaku perusahaan menanggung biaya pengobatan terhadap karyawan yang sakit diakibatkan oleh kecelakaan kerja.
 - Perusahaan juga dapat mengatur dalam kebijaksanaan perusahaan untuk karyawan yang sakit tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja.
- Tunjangan
 - Karyawan yang bekerja diluar jam kerja berhak mendapatkan tunjangan lembur.
 - Karyawan berhak menerima tunjangan jabatan berdasarkan jabatan yang dipertanggungjawabkan.
 - Karyawan berhak menerima gaji pokok berdasarkan golongan karyawan.
- Asuransi
 - Pendaftaran karyawan sebagai peserta asuransi sebagai bentuk keselamatan kerja.
- Cuti
 - Karyawan berhak mendapatkan cuti sakit berdasarkan keterangan dokter, diberikan untuk 12 hari jam kerja dalam 1 tahun.

- Pakaian Kerja
 - Karyawan mendapatkan 3 pasang pakaian kerja dalam setiap tahunnya.

4.5.7. Sistem Kepagawaian dan Sistem Gaji

Sistem gaji dan kepegawaian adalah suatu manajemen informasi yang memuat seluruh data administrasi karyawan termasuk salah satunya status karyawan, keahlian, tanggung jawab, dan kedudukan karyawan dalam perusahaan untuk dapat mengatur system gaji. Pembagian system karyawan dibagi menjadi 3, yaitu karyawan tetap, karyawan harian, dan karyawan borongan.

Dalam menentukan gaji karyawan banyak faktor penentu terkait system pemberiannya, contohnya pengalaman kerja karyawan, jabatan, seberapa penting posisi tersebut bagi perusahaan, keahlian dan risiko kerja, serta tingkat pendidikan. Semakin berpengalaman dan tinggi tingkat pendidikannya, tentunya gaji yang diberikan akan semakin besar pula.

Menurut UU Ketenagakerjaan No. 13 tahun 2003, besaran gaji pokok mencakup 75 persen dari total upah karyawan yang termasuk didalamnya gaji bersih dengan tunjangan. System gaji pegawai dibagi menjadi 3:

- Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan tiap bulan pada karyawan dengan besar gaji sesuai peraturan perusahaan.
- Gaji harian merupakan jumlah gaji yang diberikan pada karyawan harian.
- Gaji lembur merupakan gaji yang diberikan pada karyawan tetap dengan jam yang telah disepakati dan besar gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

Sesuai dengan upah minimum regional Lamongan, berikut rincian gaji karyawan pabrik monosodium glutamat:

Tabel 4.5. Sistem Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Jumlah (Rp)
Direktur Utama	1	Rp35,000,000.00	Rp35,000,000.00
Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp30,000,000.00	Rp30,000,000.00
Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp30,000,000.00	Rp30,000,000.00
Staff Ahli	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Bag. Perencanaan dan Pemeliharaan	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Bag. Mitra Bisnis	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Bag. Tekologi	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Bag. Litbang	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Bag. Administrasi Keuangan	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Bag. Pengembangan SDM	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Bag. Umum	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Bag. IT	1	Rp15,000,000.00	Rp15,000,000.00
Ka. Sek. Utilitas	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Proses	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Bengkel dan Pemeliharaan	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Operasi Pemeliharaan	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Administrasi Pemasaran	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Administrasi Penjualan	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Pengelolaan Energi	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Pengendalian Kualitas	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. K3	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Keuangan	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Pelaporan Keuangan dan Manajemen	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Akutansi Biaya	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Pelayanan Umum	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Ka. Sek. Kemananan	1	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
Karyawan Bengkel dan Pemeliharaan	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan Operasi dan Pemeliharaan	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan Administrasi Pemasaran	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan Administrasi Penjualan	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan Pengolahan Energi	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan Pengendalian Kualitas	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan K3	3	Rp7,000,000.00	Rp21,000,000.00
Karyawan Keuangan	3	Rp7,000,000.00	Rp21,000,000.00
Karyawan Pelaporan Keuangan	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan Akutansi Biaya	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan Pelayanan Umum	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan SDM	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan Operasi	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan Utilitas	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Karyawan IT	2	Rp7,000,000.00	Rp14,000,000.00
Operator Proses	17	Rp5,000,000.00	Rp85,000,000.00

Tabel 4.5. (Lanjutan)

Operator Utilitas	9	Rp5,000,000.00	Rp45,000,000.00
Sekretaris	4	Rp7,000,000.00	Rp28,000,000.00
Dokter	3	Rp8,000,000.00	Rp24,000,000.00
Perawat	5	Rp5,000,000.00	Rp25,000,000.00
Satpam	4	Rp3,000,000.00	Rp12,000,000.00
Supir	3	Rp3,000,000.00	Rp9,000,000.00
Cleaning Service	4	Rp3,000,000.00	Rp12,000,000.00
Total	108	Rp529,000,000.00	Rp849,000,000.00



BAB V

UTILITAS

Penyediaan kebutuhan penunjang proses produksi dapat tercapai jika unit utilitas dimasukkan dalam perancangan pabrik, dalam hal ini termasuk pabrik monosodium glutamat. Terdapat beberapa faktor yang membedakannya, beberapa contoh yaitu jenis produk yang dihasilkan, kompleksitas, dan karakteristik proses. Selain bahan baku dan bahan pembantu, sarana penunjang diperlukan untuk membantu proses produksi berjalan dengan baik. Penyediaan utilitas meliputi:

5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air mempunyai fungsi untuk menyediakan air umpan untuk keperluan utilitas, air pencuci, air pendingin, air pemanas. Dalam memenuhi kebutuhan air di suatu pabrik biasanya dengan menggunakan air sungai yang dekat anak sungai dari Sungai Bengawan Solo.

5.1.1. Proses penyaringan awal

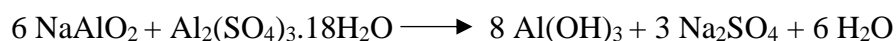
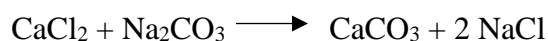
Proses penyaringan awal dilakukan agar tersaringnya kotoran-kotoran besar yang terbawa ke dalam tempat pengendapan.

5.1.2. Pengendapan fisis

Air setelah melewati tahap penyaringan ditampung dalam bak, di dalam bak partikel-partikel yang terbawa air dibiarkan mengendap akibat gaya gravitasi. Pada bak penampung, kotoran dan lumpur yang lolos dari *screen* akan mengendap dan lumpur yang tertampung dibuang kembali ke sungai, sedangkan bak pengendap kedua digunakan untuk mengendapkan kotoran-kotoran halus yang tidak terendapkan pada bak pengendap pertama.

5.1.3. Flokulasi

Air sungai yang sudah diletakkan di penampung, selanjutnya dialirkan menuju *clarifier* untuk mengendapkan kotoran yang terikut di dalam air sungai. Dalam *clarifier* terdapat tambahan koagulan yang berfungsi untuk menambah flok-flok yang akan membentuk partikel yang lebih besar. Persamaan reaksi (Powell, 1954).



5.1.4. Penyaringan

Sand filter terdiri atas campuran pasir halus hingga kasar dan disusun berlapis-lapis. Setelah dilakukan pengendapan di *clarifier*, air dimasukkan ke *sand filter* yang berguna untuk menyaring kembali partikel-partikel padat yang lolos dibawa oleh air dari *clarifier*.

Setelah dari sand filter, air dapat digunakan untuk air kantor dan rumah tangga, air minum, air pendingin, maupun air umpan boiler. Untuk kebutuhan air minum, ditambahkan kaporit pada air agar terhindar dari kuman penyakit dan bau.

Disinfektan klorin yang berbentuk kaporit ditambahkan untuk membunuh bakteri yang masih tertinggal untuk keperluan air minum. Dalam proses penambahan kaporit terdapat reaksi:



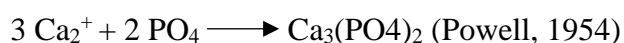
Pada reaksi diatas OCl^- didesinfeksi oleh air dan pada $\text{pH}=7$ terjadi reaksi yang efektif, dalam kondisi basa dengan kadar klorin adalah 2-4 ppm.

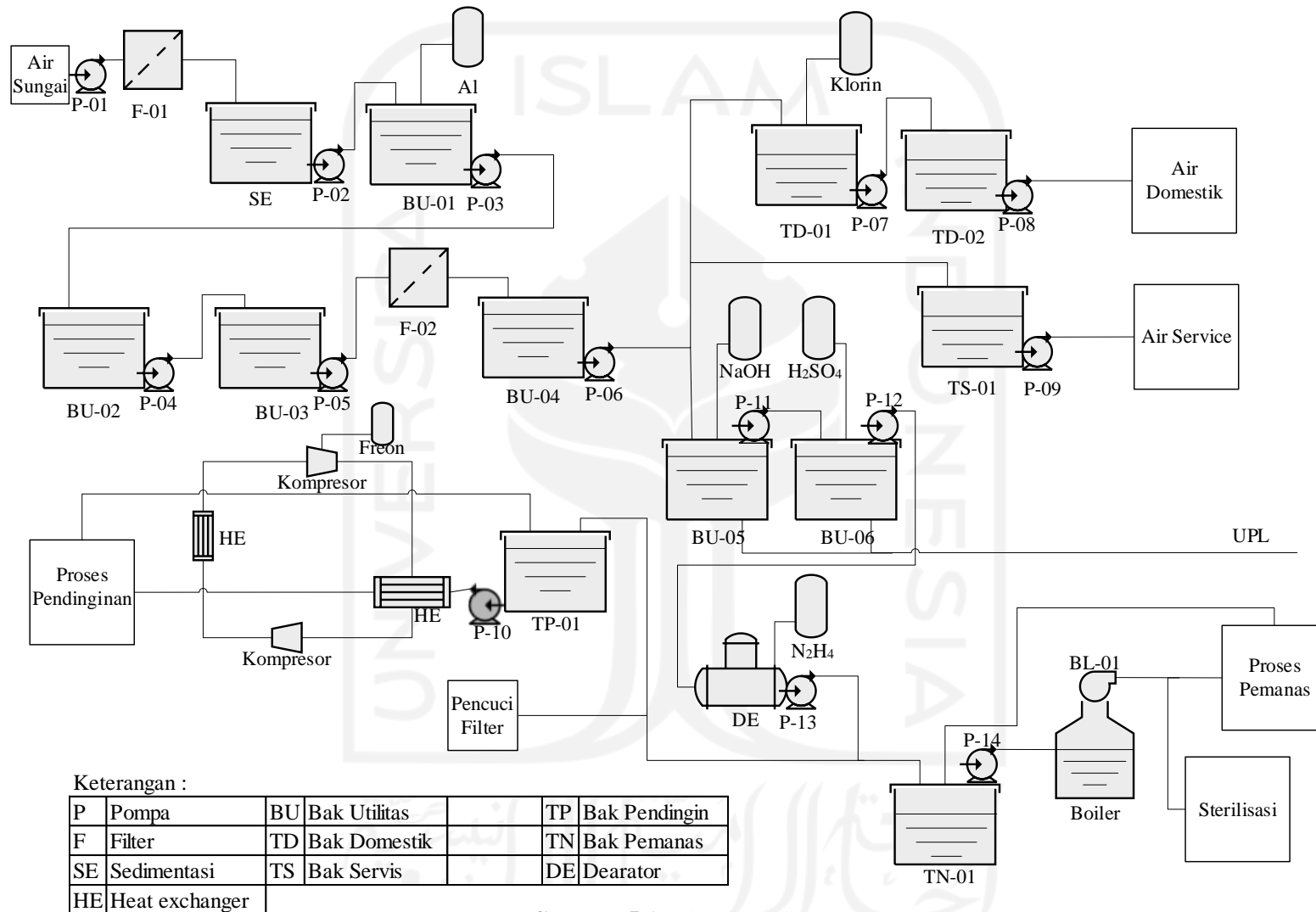
5.1.5. Demineralisasi

Sebagai umpan boiler, air harus bebas dari garam-garam mineral. Proses ini dilakukan agar ion-ion hilang dari uraian garam pada *filtered water* dengan mengalirkan air pada penukar kation anion. Terjadi reaksi pertukaran kation anion yang terjadi, yaitu regenerasi dan *softening*.

5.1.6. Dearasi

Setelah dari kolom anion, dimasukkan ke alat dearator dimana gas akan dihilangkan karena gas CO_2 dapat menimbulkan foaming dan gas O_2 akan menyebabkan korosi. Kerak juga dapat timbul karena kesadahan air, sehingga menambahkan fosfat pada air umpan. Dalam proses ini, fosfat didapat dari senyawa disodium fosfat. Terjadi dalam reaksi:





Gambar 5.1. Diagram Alir Pengolahan Air

5.1.7. Kebutuhan Air Pendingin

Sifat air yang harus dimiliki air pendingin adalah tidak ditimbulkannya kerak, tidak ada mikroorganisme yang bisa menjadi lumut, dan tidak korosif. Oleh karena itu, bahan-bahan berikut dimasukkan ke dalam air pendingin agar hal-hal di atas bisa terjadi:

- Klorin yang berfungsi untuk menghilangkan mikroorganisme penyebab lumut.
- Zat dispersan, yang berfungsi untuk mencegah pengumpalan.
- Fosfat, yang berfungsi untuk mencegah adanya kerak.

Air pendingin yang digunakan akan bersuhu 10°C, dimana air akan melewati unit pengolahan *refrigerant*.

Tabel 5.1. Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Fermentor	F-01	443.008
Cooler	CL-01	28
Crystallisor	CL-03	1.631
Total		444.666

- Perancangan ditambah air pencucian untuk alat *filter press* sebesar 3.117,03 kg/jam sehingga total yang dibutuhkan = 447.783,37 kg/jam
- Perancangan *over design* 20% = 537.340 kg/jam
- Jumlah air yang menguap (W_e)

$$W_e = 0,00085 W_c (T_1 - T_2) \quad (\text{Perry, 1997})$$

$$= 456,75 \text{ kg/jam}$$

- *Drift loss* (W_d)

$$W_d = 0,0002 W_e \quad (\text{Perry, 1997})$$

$$= 107,49 \text{ kg/jam}$$

- *Blowdown* (W_b)

$$W_b = \frac{W_e - (\text{cycle} - 1)W_d}{\text{cycle} - 1} \quad (\text{Perry, 1997})$$

cycle dipilih 3 kali

$$= 295,57 \text{ kg/jam}$$

- *Make Up Water* (W_m)

$$W_m = W_e + W_d + W_b \quad (\text{Perry, 1997})$$

$$= 859,74 \text{ kg/jam}$$

5.1.8. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik akan memenuhi kebutuhan air karyawan dan memenuhi kebutuhan air tempat tinggal

- Kebutuhan air karyawan

$$\text{Jumlah karyawan} = 108 \text{ orang}$$

Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 L/hari, jadi diasumsikan, kebutuhan air perorang 120 L/hari (Sularso, 2001), maka:

$$\text{Kebutuhan air semua karyawan} = 553 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan air mess

$$\text{Jumlah mess} = 20 \text{ mess}$$

$$\text{Jumlah penghuni mess} = 80 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air semua penghuni} = 8000 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan total air domestik = 8553 kg/jam

5.1.9. Kebutuhan air *service*

Air *service* akan memenuhi pemakaian air pada layanan umum seperti bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran, dll. Diperkirakan kebutuhan air pada air *service* dibutuhkan sebesar 625 kg/jam, dirancang 20% *over design* sehigga didapat kebutuhan air *service* sebesar 750 kg/jam

5.1.10. Kebutuhan Air Pemanas

Air Pemanas akan diolah menjadi *steam pemanas* di unit pembangkit *steam*.

Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pemanas

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater	HE-01	0,65
Seeding	M-01	4
Evaporator	EV-01	4.660
Reaktor	R-01	1.883
Sterilisasi M-01	ST-01	24
Sterilisasi F-01	ST-02	2.317
Rotary Dryer	RD-01	22
Total		8.889

- Perancangan *over design* 20% = 10.667,38 kg/jam
- *Blowdown* = 15% Kebutuhan air pemanas
= 1.600,11 kg/jam
- *Steam Trap* = 5% Kebutuhan Steam
= 533,37 kg/jam
- *Make up* = *blowdown* + *steam trap*
= 2.133 kg/jam

5.1.11. Total kebutuhan air

Tabel 5.3. Total Kebutuhan Air

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	<i>Domestik Water</i>	8553
2	<i>Service Water</i>	750
3	Air Proses	0
4	Air Pemanas	10667,38
5	Air Pendingin	537.340,04
Total		557.310,35

5.2. Unit Pembangkit *Steam*

Penyediaan *steam* ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan *steam* yang akan digunakan untuk berbagai proses operasi, dengan cara *steam* disediakan untuk boiler. Penambahan bahan kimia ke *boiler feed water tank* dimaksudkan agar pertama-tama dapat mengatur kadar silika, oksigen, dan bahan terlarut lainnya sebelum umpan boiler menggunakan *air water treatment*. Kemudian air dialirkan ke *economizer* dan masuk ke boiler yang mempunyai fungsi untuk memanfaatkan panas sisa residu boiler. Setelah itu disebarkan ke alat proses.

5.3. Unit Pembangkit Listrik

Unit pembangkit listrik diperlukan dalam utilitas pabrik sebagai salah satu syarat penting pabrik beroperasi. Terdapat dua sumber untuk kebutuhan listrik, yaitu PLN dan generator diesel. Memanfaatkan diesel sebagai cadangan jika terdapat gangguan pada PLN dapat menjadi opsi lain dikarenakan power motor seperti *boiler* dan pompa dapat digerakkan oleh diesel secara kompresi yang dapat menghasilkan panas.

Pabrik membutuhkan listrik untuk kebutuhan-kebutuhan sebagai berikut:

- Sebagai penggerak alat utilitas
- Sebagai penggerak alat area proses
- Sebagai penggerak katup alat control
- Sebagai penerang ruangan kantor dan pabrik.

5.3.1. Kebutuhan listrik alat proses

Tabel 5.4. Kebutuhan listrik alat proses

Alat	Kode Alat	Jumlah Alat	Daya Satuan	Daya	
				hp	Watt
<i>Seeding</i>	M-01	6	0,05	0,3	224
Fermentor	F-01	11	60,00	660	492.162
Reaktor	R-01	1	75,00	75	55.928
Mixer	M-02	1	200,00	200	149.140
<i>Centrifuge</i>	S-01	1	3,00	3	2.237
Kristalisator	CR-01	1	0,33	0,333	248
<i>Rotary Dryer</i>	RD-01	1	1,50	1,5	1.119
Tangki O2	T-06	2	18,77	37,548	28.000
Pompa 01	P-01	1	10,00	10	7.457
Pompa 02	P-02	1	1,00	1	746
Pompa 03	P-03	1	5,00	5	3.729
Pompa 04	P-04	1	2,00	2	1.491
Pompa 05	P-05	1	0,75	0,75	559
Pompa 06	P-06	1	1,50	1,5	1.119
Pompa 07	P-07	1	0,33	0,33	246
Pompa 08	P-08	1	3,00	3	2.237
Pompa 09	P-09	1	3,00	3	2.237
Pompa 10	P-10	1	0,75	0,75	559
Belt Conveyor 01	BC-01	1	0,50	0,5	373
Belt Conveyor 02	BC-02	1	0,50	0,5	373
Belt Conveyor 03	BC-03	1	0,50	0,5	373
Belt Conveyor 04	BC-04	1	0,33	0,33	246
Belt Conveyor 05	BC-05	1	0,50	0,5	373
Belt Elevator 01	BE-01	1	2,00	2	1.491
Belt Elevator 04	BE-04	1	2,00	2	1.491
Belt Elevator 05	BE-05	1	2,00	2	1.491
Blower 01	BL-01	1	0,05	0,05	37
Blower 02	BL-02	1	0,05	0,05	37
Blower 03	BL-03	1	0,08	0,08333	62
Blower 04	BL-04	1	0,05	0,05	37
Total			395	1014	755.822

Total daya yang dibutuhkan alat proses

$$P = 755,82 \text{ kW}$$

5.3.2. Kebutuhan listrik alat utilitas

Tabel 5.5. Kebutuhan listrik alat utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2,00	1.491
Blower Udara kering	BL RD-01	0,05	37
Pompa Utilitas 01	PU-01	0,75	559
Pompa Utilitas 02	PU-02	0,50	373
Pompa Utilitas 03	PU-03	1,50	1.119
Pompa Utilitas 04	PU-04	0,50	373
Pompa Utilitas 05	PU-05	0,75	559
Pompa Utilitas 06	PU-06	60,00	44.742
Pompa Utilitas 07	PU-07	0,33	249
Pompa Utilitas 08	PU-08	0,25	186
Pompa Utilitas 09	PU-09	0,25	186
Pompa Utilitas 10	PU-10	75,00	55.928
Pompa Utilitas 11	PU-11	0,13	93
Pompa Utilitas 12	PU-12	0,50	373
Pompa Utilitas 13	PU-13	0,17	124
Pompa Utilitas 14	PU-14	0,05	37
Blower Utilitas 01	BLU-01	0,50	373
Kompresor udara	KU-01	7,00	5.220
Total		150	112.023

Total daya yang dibutuhkan alat utilitas

$$P = 112,02 \text{ kW}$$

Total daya alat utilitas + alat proses

$$P_{\text{tot}} = 867,85 \text{ kW}$$

5.3.3. Kebutuhan listrik penerangan diperkirakan 12,5% dari total daya alat

$$P = 108 \text{ kW}$$

5.3.4. Kebutuhan listrik kantor diperkirakan 15% dari total daya alat

$$P = 130 \text{ kW}$$

5.3.5. Kebutuhan listrik bengkel, laboratorium, dll dirperkirakan 15% dari total daya alat

$$P = 130 \text{ kW}$$

5.3.6. Kebutuhan listrik mess diperkirakan 15% dari total daya alat

$$P = 130 \text{ kW}$$

Tabel 5.6. Total kebutuhan daya listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	756
	b. Utilitas	112
2	a. Listrik Kantor	130
	b. Listrik Penerangan	108
3	Laboratorium dan Bengkel	130
4	Mess	130
	Total	1.367

5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar untuk digunakan pada generator dan boiler. Pada generator, bahan bakar yang digunakan adalah solar, bahan bakar yang dibutuhkan sebesar 211,54 L/jam. Sedangkan pada Boiler, bahan bakar yang digunakan adalah *fuel oil*, bahan bakar yang dibutuhkan sebesar 1.224,50 L/jam.

5.5. Unit Pengadaan Udara Tekan

Dalam menggerakkan alat proses pada proses area, diperlukan adanya udara tekan. Unit pengadaan ini berguna sebagai penyediaan kebutuhan udara yang diperlukan oleh *controller*. Udara yang dibutuhkan 29,90 m³/jam

5.6. Unit Pengelolaan Limbah

Pengadaan unit pengolahan limbah berfungsi untuk mengolah limbah yang dihasilkan oleh pabrik dengan tujuan agar tidak mencemari lingkungan. Beberapa yang termasuk kedalam limbah pabrik monosodium glutamat adalah:

- 5.6.1. Air sanitasi buangan seperti air toilet dan dapur. Air sanitasi buangan ini nantinya akan diinjeksi dengan klorin agar dapat membunuh mikroorganisme berbahaya didalamnya.
- 5.6.2. Gas yang dihasilkan dari pabrik ini berupa H₂O dan sebagian kecil NH₃ yang tidak bereaksi dapat melewati gas trap dan dilanjutkan menuju atmosfer.
- 5.6.3. Air hasil utilitas yang berasal dari proses demineralisasi yang menghasilkan regenerasi resin. Air ini bersifat basa atau asam sehingga perlu dinetralkan dengan NaOH atau H₂SO₄ sebelum akhirnya dapat dibuang ke penampung akhir.

5.6.4. Air hasil pencucian yang mengandung *Total Dissolved Solid*. Proses pembuangan TDS ini setelah sebelumnya menempel pada alat pabrik akan diolah sehingga air yang tidak dapat berpisah dengan TDS ini akan dibuang.

5.6.5. Limbah padat hasil dari *filter press* berupa karbon aktif yang telah menyerap zat warna dari produk cair, dapat di timbun karena limbah dominan mengandung limbah organik. Sedangkan limbah padat berupa bakteri akan dikeringkan dan disimpan sehingga dapat digunakan kembali untuk proses fermentasi.

5.7. Unit Refrigerant

Unit *refrigerant* ini akan mendinginkan kebutuhan air pendingin pada proses dan pada kebutuhan air pendingin pada tangki bakteri (T-02) yang dapat berada di suhu 20°C agar bakteri tidak aktif dan mati sebelum masuk kedalam alat proses. Pada unit *refrigerant* menggunakan empat prinsip kerja untuk menghasilkan proses pendingin menggunakan pendingin freon (R32), *refrigerant* akan disirkulasi secara berulang dengan perubahan fase, suhu dan tekanan yang mendukung proses pendinginan. Prinsip kerja para unit *refrigerant* adalah dengan mengkompresi, mengkondensasi, mengekspansi, dan mengevaporasi (cair, uap, gas, kembali cair dan begitu seterusnya).

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi dalam perancangan pabrik monosodium glutamat sangat diperlukan, salah satunya adalah untuk mengetahui apakah pabrik ini akan menghasilkan profit atau tidak. Selain itu, Analisa ekonomi untuk didapatkannya estimasi investasi modal, baik itu lama investasi yang dapat kembali, atau biaya keuntungan yang sama dengan biaya total produksi. Beberapa faktor yang perlu dianalisa dalam evaluasi ekonomi yaitu:

- *Pay Out Time* (POT)
- *Break Event Point* (BEP)
- *Discounted Cash Flow* (DCF)
- *Shut Down Point* (SDP)
- *Return On Investment* (ROI)

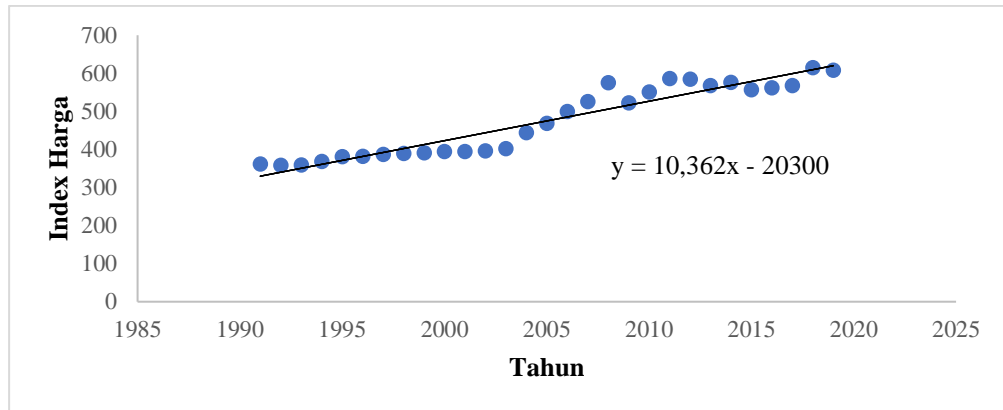
Sebelum dilakukannya Analisa ekonomi, diperlukan penjelasan terkait beberapa hal berikut:

- *Total Capital Investment* yang meliputi *Fixed Capital Investment* dan *Working Capital Investment*.
- *Total Production Cost* yang meliputi *Manufacturing Cost* dan *General Expenses*.
- Pendapatan modal yang meliputi *Variable Cost* dan *Fixed Cost*.

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga alat mengalami perubahan dari tahun ke tahun dalam berkembangnya ekonomi. Karena mengalami perubahan maka diperlukannya indeksi harga dalam bentuk *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)* dalam persamaan regresi linear pada indeks harga tahun-tahu sebelumnya.

Rencana pembangunan pabrik monosodium glutamat akan didirikan pada tahun 2027 dalam kapasitas 38.000 ton/tahun. Sehingga, jika $x = 2027$, maka dari persamaan diatas didapatkan indks harga pada tahun 2027 adalah 703.774.



Grafik 6.1. Grafik Tahun vs Indeks Harga

Sumber: Aries & Newton (1995), Peters & Timmerhaus,
dan situs www.matche.com.

Dalam grafik diatas diperoleh persamaan:

$$y = 10.362x - 20300$$

Harga alat dalam tahun evaluasi adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

E_x : Harga Tahun Pembelian

E_y : Harga Tahun Referensi (1955, 1990 dan 2007, 2014)

N_x : Indeks Harga pada Tahun Pembelian

N_y : Indeks Harga pada Tahun Referensi (1955, 1990 dan 2007, 2014)

Jika kapasitas alat tidak terdapat dalam referensi, maka harga alat dihitung dalam *metode six tenths factor*:

$$E_b = E_a \times \left(\frac{C_b}{C_a}\right)^{0,6}$$

Dimana:

E_a : Harga Alat A

E_b : Harga Alat B

C_a : Kapasitas Alat A

C_b : Kapasitas Alat B

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi : 38.000 ton/tahun

Satu tahun operasi : 330 hari

Pabrik didirikan : 2027

Kurs mata uang : 1 US\$ = Rp15,531.00

Harga jual produk : Rp43,000.00/kg

6.3 Perhitungan Biaya

6.3.1 Capital Investment

Capital Investment merupakan uang yang dibutuhkan untuk pengoperasian pabrik dan pembuatan konstruksi dalam waktu tertentu, atau pengeluaran yang digunakan untuk pendirian fasilitas-fasilitas produktif. *Capital Investment* terdiri dari:

1. Fixed Capital Investment (FCI)

Fixed Capital Investment adalah modal yang digunakan untuk pembelian dan pemasangan alat pabrik hingga dapat beroperasi. Pembuatan pabrik monosodium glutamat setelah dilakukan rencana perhitungan maka dibuatkan *Physical Plant Cost* sebagai berikut:

Tabel 6.1. Physical Plant Cost (PPC)

No	Jenis	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	\$ 8.841.011,38	Rp 137.309.747.674
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	\$ 2.210.252,84	Rp 34.327.436.918
3	Instalasi cost	\$ 1.979.226,42	Rp 30.739.365.498
4	Pemipaan	\$ 5.496.109,99	Rp 85.360.084.185
5	Instrumentasi	\$ 2.310.601,82	Rp 35.885.956.927
6	Insulasi	\$ 422.529,59	Rp 6.562.307.001
7	Listrik	\$ 1.326.151,71	Rp 20.596.462.151
8	Bangunan	\$ 395.963,84	Rp 6.149.714.378
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	\$ 658.281,60	Rp 10.223.771.503
Total		\$ 23.640.129,18	Rp 367.154.846.235

Tabel 6.3. Direct Plant Cost (DPC)

No	<i>Direct Plant Cost</i>	Biaya, \$	Harga (Rp)
1	<i>Engineering and Construction</i>	\$ 4.728.025,84	Rp 73.430.969.247
2	<i>Physical Plant Cost</i>	\$ 23.640.129,18	Rp 367.154.846.235
Total		\$ 28.368.155,01	Rp 440.585.815.482

Tabel 6.3. Fixed Capital Investment (FCI)

No	<i>Fixed Capital</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	\$ 28.368.155,01	Rp 440.585.815.482
2	<i>Cotractor's fee</i>	\$ 2.836.815,50	Rp 44.058.581.548
3	<i>Contingency</i>	\$ 2.836.815,50	Rp 44.058.581.548
Total		\$ 34.041.786,01	Rp 528.702.978.579

2. Working Capital Investment (WCI)

Working capital investment merupakan penanaman modal yang dilakukan oleh suatu perusahaan berbentuk aktiva yang ditanam dalam jangka pendek. *Working capital investment* meliputi:

Tabel 6.4. Working Capital Investment (WCI)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 66.077.816.221	\$ 4.254.576
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 143.666.756.397	\$ 9.250.322
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 104.484.913.743	\$ 6.727.507
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 148.545.454.545	\$ 9.564.449
5	<i>Available Cash</i>	Rp 104.484.913.743	\$ 6.727.507
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp 567.259.854.651	\$ 36.524.361

6.3.2 Manufacturing Cost (MC)

Manufacturing cost adalah jumlah yang dihasilkan dari *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost*. Produksi dalam suatu produk diperlukan biaya yang terdapat dalam *manufacturing cost*. *Manufacturing cost* meliputi:

1. Direct Manufacturing Cost (DMC)

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran langsung suatu produk dari keperluan operasional pabrik. *Direct manufacturing cost* meliputi:

Tabel 6.5. Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 726.855.978.431
2	<i>Labor</i>	Rp 849.000.000
3	<i>Supervision</i>	Rp 169.800.000
4	<i>Maintenance</i>	Rp 63.444.357.429
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 9.516.653.614
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 49.020.000.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 55.275.104.274
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 905.130.893.749

2. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran tidak langsung suatu produk dari keperluan operasional pabrik. *Indirect manufacturing cost* meliputi:

Tabel 6.6. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 169.800.000	Rp 10.933
2	<i>Laboratory</i>	Rp 169.800.000	\$ 10.933
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 679.200.000	\$ 43.732
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 179.740.000.000	\$ 11.572.983
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 180.758.800.000	\$ 11.638.581

3. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Fixed Manufacturing Cost adalah harga yang terdapat dalam *fixed capital* serta pengeluaran yang berhubungan dengan *fixed capital* dalam harga tetap tanpa ada ketergantungan dalam waktu dan tingkat produksi. *Fixed manufacturing cost* meliputi:

Tabel 6.7. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 52.870.297.858	\$ 3.404.179
2	<i>Property taxes</i>	Rp 5.287.029.786	\$ 340.418
3	<i>Insurance</i>	Rp 5.287.029.786	\$ 340.418
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 63.444.357.429	\$ 4.085.014

Tabel 6.8. Total Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp 905.130.893.749	\$ 58.278.984
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp 180.758.800.000	\$ 11.638.581
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp 63.444.357.429	\$ 4.085.014
Manufacturing Cost (MC)		Rp 1.149.334.051.178	\$ 74.002.579

6.3.3 General Expense

General Expense adalah biaya yang diperlukan dalam jalannya fungsi perusahaan yang biayanya tidak terdapat dalam *manufacturing cost*. *General expense* meliputi:

Tabel 6.9. General Expense

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Administration	Rp 32.680.000.000	\$ 2.104.179
2	Sales expense	Rp 179.740.000.000	\$ 11.572.983
3	Research	Rp 45.752.000.000	\$ 2.945.850
4	Finance	Rp 32.878.884.997	\$ 2.116.984
General Expense (GE)		Rp 291.050.884.997	\$ 18.739.996

Tabel 6.10. Total Production Cost

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Manufacturing Cost (MC)	Rp 1.149.334.051.178	Rp 74.002.579
2	General Expense (GE)	Rp 291.050.884.997	Rp 18.739.996
Total Production Cost (TPC)		Rp 1.440.384.936.175	\$ 92.742.575

6.4 Analisis Keuntungan

6.4.1. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp1,634,000,000,000
 Total biaya produksi : Rp1.440.384.936.175
 Keuntungan : Total penjualan – total biaya produksi
 : Rp193.615.063.825

6.4.2. Keuntungan Setelah Pajak

Besar keuntungan setelah pajak penghasilan berdasarkan UU No. 36 Tahun 2008 tentang PPh adalah berkisar 20-25% dan diambil 20%.

Pajak : 20% x Rp193.615.063.825

	: Rp38.723.012.765
Keuntungan	: Keuntungan sebelum pajak – pajak
	: Rp154.892.051.060

6.5 Analisis Kelayakan

6.5.1. Return on Investment (ROI)

Return on Investment merupakan tingkat investasi yang dikeluarkan yang dapat menghasilkan keuntungan. Syarat sebelum pajak dalam *industrial chemical* adalah 11-44%. (Aries dan Newton, 1955). Persamaan ROI meliputi:

$$ROI = \left(\frac{\text{keuntungan}}{\text{fixed capital}} \right) \times 100\%$$

- ROI Sebelum Pajak (ROI b)

$$ROI = 36,62 \%$$

- ROI Setelah Pajak (ROI a)

$$ROI = 29,30 \%$$

6.5.2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time merupakan lamanya waktu untuk modal dapat kembali bergantung pada keuntungan yang ingin dicapai. Syarat POT sebelum pajak dalam *industrial chemical* adalah maksimal 5 tahun untuk risiko rendah dan 2 tahun untuk risiko tinggi. Persamaan POT meliputi:

$$POT = \frac{\text{Fixed capital investment}}{\text{keuntungan}} + \text{depresiasi}$$

- POT Sebelum Pajak (POTb)

$$POT = 2,14 \text{ tahun}$$

- POT Setelah Pajak (POTa)

$$POT = 2,55 \text{ tahun}$$

6.6 Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%. Pabrik akan untung jika beroperasi di atas BEP, dan akan rugi jika beroperasi di bawah BEP. Persamaan untuk menghitung BEP sebagai berikut.

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

Dimana :

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada Produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada Produksi maksimum

Tabel 6.11. Annual Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 52.870.297.858	Rp 3.404.179
2	<i>Property taxes</i>	Rp 5.287.029.786	Rp 340.418
3	<i>Insurance</i>	Rp 5.287.029.786	Rp 340.418
Fixed Cost (Fa)		Rp 63.444.357.429	\$ 4.085.014

Tabel 6.12. Annual Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	Rp 849.000.000	\$ 54.665
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 679.200.000	\$ 43.732
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 169.800.000	\$ 10.933
4	<i>Supervision</i>	Rp 169.800.000	\$ 10.933
5	<i>Laboratory</i>	Rp 169.800.000	\$ 10.933
6	<i>Administration</i>	Rp 32.680.000.000	\$ 2.104.179
7	<i>Finance</i>	Rp 32.878.884.997	\$ 2.116.984
8	<i>Sales expense</i>	Rp 179.740.000.000	\$ 11.572.983
9	<i>Research</i>	Rp 45.752.000.000	\$ 2.945.850
10	<i>Maintenance</i>	Rp 63.444.357.429	\$ 4.085.014
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 9.516.653.614	\$ 612.752
Regulated Cost (Ra)		Rp 366.049.496.041	\$ 23.568.959

Tabel 6.13. Annual Variable Value (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	Rp 726.855.978.431	Rp 46.800.333
2	Packaging & shipping	Rp 179.740.000.000	Rp 11.572.983
3	Utilities	Rp 55.275.104.274	Rp 3.559.018
4	Royalties and Patents	Rp 49.020.000.000	Rp 3.156.268
Variable Cost (Va)		Rp 1.010.891.082.705	\$ 65.088.602

Tabel 6.14. Annual Sales Value (Sa)

No	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1	Sa (Sales)	Rp 1.634.000.000.000	\$ 105.208.936,96

Dengan Nilai dari tabel, maka didapat nilai BEP sebesar 47,23%

6.7 Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah tingkat produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Persamaan untuk menghitung SDP adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

Ra = Annual Regulated Expenses pada produksi maksimum

Va = Annual Variable Value pada produksi maksimum

Sa = Annual Sales Value pada Produksi maksimum

Nilai yang diperoleh :

Ra = Rp 366.049.496.041

Va = Rp 1.010.891.082.705

Sa = Rp 1.634.000.000.000

Nilai SDP adalah :

SDP = 29,93%

6.8 Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

Discounted cash flow of return memberikan gambaran besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, berdasarkan investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Standart suku bunga bank Indonesia yang digunakan sebesar 4,75% (suku bunga *Lending Facility* berdasarkan Bank Indonesia pertanggal 25 Oktober 2022). Untuk menghitung nilai DCFR adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

FC = *Fixed capital investment*

WC = *working capital investment*

SV = *Salvage value = depresiasi*

C = *Casch flow = pofit after taxes + derpresiasi + finance*

n = *Umur Pabrik = 10 tahun*

i = *Nilai DCFR*

Nilai yang diperoleh :

FC = Rp 528.702.978.579

WC = Rp 567.259.854.651

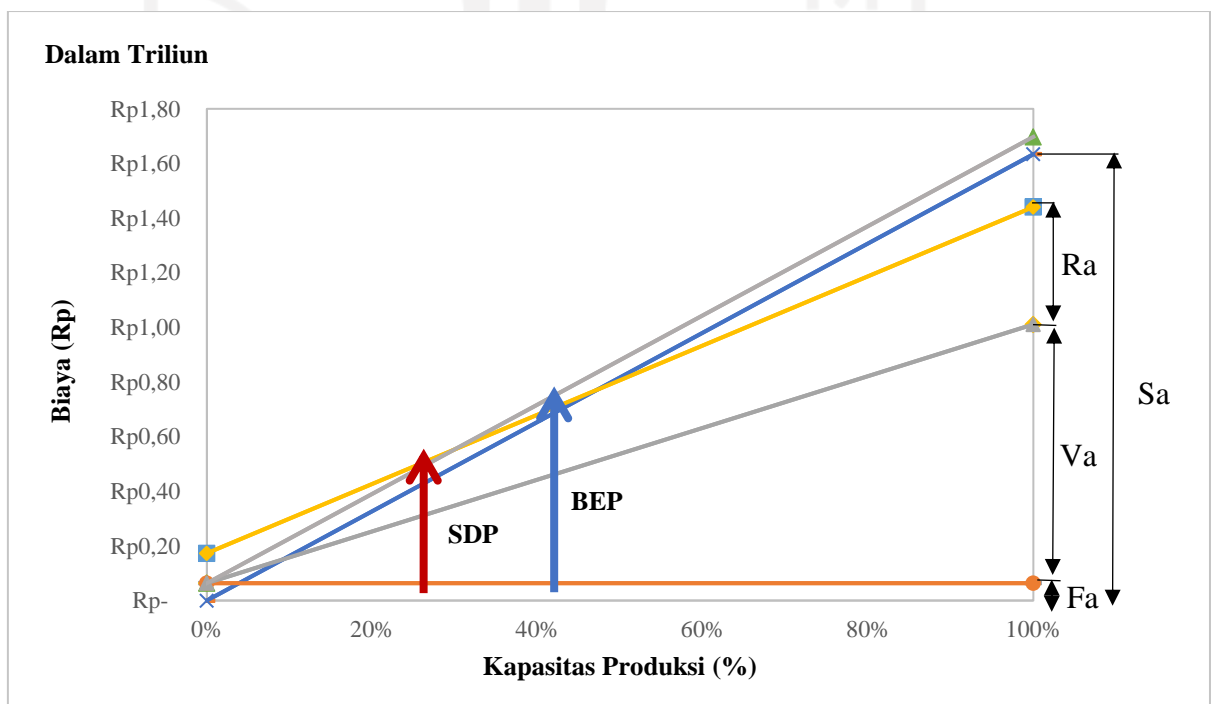
SV = Rp 52.870.297.858

C = Rp 240.641.233.915

n = 10 tahun

Nilai i dari hasil *trial & error* didapat nilai DCFR adalah :

i = 22,14%



Grafik 6.2. Analisis Kelayakan

6.9 Analisis Risiko Pabrik

Dalam sebuah pabrik, risiko dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- Operasional *risk* merupakan risiko terkait bahaya yang berhubungan dengan operasional perusahaan.
- *Financial risk* merupakan risiko yang berkaitan tentang kinerja keuangan pabrik.
- *Strategic risk* merupakan risiko yang berhubungan dengan pengelolaan pabrik.

Semakin besar *return of investment* yang diharapkan dalam suatu pabrik, maka semakin besar pula risiko yang dihadapi dan akan berpengaruh pula pada kualitas dari manajemen risiko itu sendiri. Manajemen risiko diartikan sebagai proses identifikasi untuk mengukur risiko agar bisa membuat strategi dalam mengelolah risiko tersebut.

6.9.1. Operasional Risk

1. Risiko Sumber Daya Manusia

Permasalahan yang terjadi dapat termasuk kesehatan dan keselamatan kerja, pelatihan karyawan yang tidak mumpuni, dan kurangnya kesadaran untuk mengelola sumber daya manusia sebaik-baiknya. Pengembangan SDM untuk meminimalisir risiko ini adalah dengan menyaring pekerja yang kompeten dibidangnya masing-masing, menghadirkan pelatihan untuk karyawan sebagai bentuk kebutuhan pengembangan produktivitas, dan memerhatikan dengan khusus dalam proses industri agar menghasilkan produk yang bermanfaat bagi masyarakat.

2. Analisis Risiko Sifat Bahan

Dalam pabrik monosodium glutamat akan menggunakan bahan baku berupa molase, NH_3 , O_2 , bakteri dan NaOH . Ditinjau dari bahan baku, produk, maupun limbah yang dihasilkan tidak ada yang dapat membahayakan kesehatan maupun keselamatan selama pabrik beroperasi.

3. Analisis Kondisi Operasi dan Proses

Kondisi operasi pabrik dalam proses pembuatan monosodium glutamat menggunakan alat-alat dengan tekanan 1 atm dan suhu maksimal 100°C yang dapat digolongkan *low risk*.

6.9.2. *Financial Risk*

Risiko finansial merupakan risiko yang kerugiannya berkaitan dengan keuangan. Risiko finansial berdasarkan dapat dibagi menjadi risiko finansial jangka pendek dan risiko finansial jangka Panjang jika dikaitkan dengan jangka waktunya. Risiko finansial jangka pendek merupakan kebutuhan yang muncul diakibatkan oleh kejadian yang tidak terduga, seperti kerusakan aset produktif atau sakit. Hal-hal tersebut mengharuskan perusahaan untuk memberikan biaya tambahan untuk memperbaiki alat rusak atau berobat untuk karyawan yang sakit. Hal ini dapat diatasi dengan asuransi kesehatan ataupun asuransi kendaraan. Untuk risiko finansial jangka Panjang adalah risiko finansial tak terduga yang menyebabkan kerugian finansial dalam jangka Panjang, seperti kematian. Bagi tulang punggung keluarga, kematian merupakan hal dengan risiko terbesar karena tidak adanya pemasukan utama dalam keluarga, hal ini dapat diatasi dengan asuransi jiwa.

6.9.3. *Strategic Risk*

Dalam pekerjaannya, unit kerja risiko strategis mempunyai peran untuk mengelola risiko strategis yang berada dalam pengawasan direksi, mencakup keseluruhan dalam bisnis dan unit pendukung.

Kebijakan-kebijakan yang meliputi manajemen risiko bisnis strategi:

- a. Mitigasi terhadap kemungkinan buruk dari pengambilan keputusan strategis dan gagalnyaantisipasi perubahan lingkungan bisnis.
- b. Kebijakan audit dalam pengelolaan keuangan perusahaan.

Ditinjau dari ketiga kelompok risiko, dapat disimpulkan bahwa dalam prarancangan pabrik monosodium glutamat merupakan pabrik dengan risiko rendah.

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis PRA RANCANGAN pabrik Monosodium Glutamat kapasitas produksi 38.000 ton/tahun yang ditinjau baik dari segi teknik maupun ekonomi maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Produk monosodium glutamat memiliki kemurnian 98% dan mengandung 2% molases.
2. Proses produksi monosodium glutamat secara garis besar adalah sterilisasi, seeding, fermentasi, reaksi pembentukan monosodium glutamat, filtrasi, kristalisasi, centrifuge, pengeringan, dan penyimpanan.
3. Proses pengolahan air sungai secara garis besar adalah penyaringan awal, pengendapan fisis, flokulasi, filtrasi, demineralisasi, dan dearasi.
4. Hasil analisa aspek ekonomi pabrik didapatkan sebagai berikut:
 - a. Keuntungan: keuntungan sebelum pajak sebesar Rp193.615.063.825/tahun, dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp154.892.051.060/tahun.
 - b. Presentase Return of Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 36,62% dan ROI setelah pajak sebesar 29,30% (pabrik risiko rendah) (syarat risiko rendah minimum sebesar 11% dan maksimum 44%) (Aries & Newton, 1955).
 - c. Pay Out Time (POT) sebelum pajak 2,14 tahun sedangkan sesudah pajak adalah 2,55 tahun.
 - d. Break Event Point (BEP) didapatkan pada nilai 47,23% dan Shut Down Point (SDP) pada nilai 29,93% (syarat: BEP untuk pabrik kimia sebesar 40% - 60%) (Aries & Newton, 1955).
 - e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 22,14% (syarat: DCFR minimum diatas 1,5 x suku bunga pinjaman Bank Indonesia).
5. Termasuk ke dalam pabrik berisiko rendah apabila ditinjau berdasarkan analisis risiko, aspek ketersediaan bahan baku, peluang penjualan produk, dan kondisi operasi yang dijalankan.

6. Berdasarkan hasil peninjauan mulai dari analisis risiko, ketersediaan bahan baku, kondisi operasi proses, potensi angka permintaan produk di masa depan, peluang penjualan produk, dan hasil evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik Monosodium Glutamat dengan kapasitas 38.000 ton/tahun layak dikaji untuk dapat didirikan di masa mendatang.

7.2 Saran

Dalam pra rancangan pabrik kimia diperlukan penelitian lebih lanjut, pengetahuan, dan pemahaman yang didukung dengan adanya referensi dan pranalar lain yang berhubungan dengan konsep dasar pendirian suatu pabrik. Mempelajari lebih dalam akan seluruh konsep tersebut harapannya akan menjadikan produk Monosodium Glutamat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor keluar negeri dimasa yang akan mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- A.K. Nain, R. Pal, Neetu, *Physicochemical study of solute-solute and solute-solvent interactions of l-phenylalanine in (water + arabinose/ glucose/sucrose) solutions at different temperatures, J. Chem. Thermodynamics(2013),* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jct.2013.09.008>
- Atkinson, B. And Mavituna, F. 1987. *Biochemical engineering and biotechnology handbook, second edition* New York: Stockton Press
- Atkinson, Bernanrd and Ferda Mavituna, 1936, *Biochemical Engineering and Biotechnology Handbook*, The Nature Press, New York.
- Badan Pusat Statistik, 2021, <http://www.bps.go.id>, diakses pada 20 Juni 2021.
- Bank Indonesia. 2022. Suku Bunga Acuan Bank Indonesia. <http://bi.go.id/>. Diakses pada Tanggal 25 Oktober 2022 Pukul 15:00 WIB
- Breed, R.S., Murray, E.G.D. and Nathan, R.S.1957, *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, The Williams and Wilkins Company, USA
- Brown, G.G.. 1950. *Unit Operations*. New York: John Wiley and Sons, Inc
- Brownell, L. E., & Young, E. H. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley and Sons, Inc
- Daikin. R32 *Instructions for Use and Handling*. Düsseldorf : Daikin Chemical Europe GmbH.
- Erickson, David R. *Bleaching/Adsorption Treatment, Chapter 12*, St. Louis, MO. American Soybean Association.
- Faith, W.L, Keyes, D.B & Clark, R.L., 1961. *Industrial chemical*. New York : John Wiley & Sons.
- Geankoplis, Christie, J. 1993. *Transport Process and Unit Operation, Third Edition*, USA : Prentice-Hall International, Inc

- Google Maps. 2022. My Maps. <http://www.maps.google.com/>. Diakses pada Tanggal 27 Agustus 2022 Pukul 12:00 WIB.
- John Wiley & Sons Ltd. 2017. *Confectionery and Chocolate Engineering: Principles and Applications, Second Edition*. Ferenc Á.Mohos.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Singapore: McGraw-Hill.
- Khazaei, Imane & Aliabadi, Majid & Mosavian, H. 2011. *Use of Agricultural Waste for Removal of Cr(VI) from Aqueous Solution*. Iran. J. Chem. Eng.
- Matche. 2022. *Equipment Cost*. <http://www.matche.com/>. Diakses pada Tanggal 23 Mei 2022 Pukul 10:05 WIB.
- McCabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, *Unit Operation of Chemical Engineering, 4th ed.*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Mullin, J.W. 2001. *Crystallization (Fourth Edition)*. Oxford : Butterworth-Heinemann
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1997, *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th ed.*, Mc GrawHill Book Co., Inc., New York
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1980, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 3rd ed.*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Shyamkumar, Rajaram. 2014. *Production of L-glutamic Acid with Corynebacterium glutamicum (NCIM 2168) and Pseudomonas reptilivora (NCIM 2598): A Study on Immobilization and Reusability*. India : Kamaraj College of Engineering and Technology
- Smith, J.M., Ness, Van H.C., Abbott, M.M., 2001, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 6rd Ed.*, Mc.Graw-Hill Inc., Singapore.
- Walas, S. 1959. *Reaction Kinetics for Chemical Engineer*. New York: Mc Graw Hill Book Co., Inc
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.

LAMPIRAN A

FERMENTOR ASAM GLUTAMAT

Fungsi : Mengubah Molase ($C_6H_{12}O_6$) menjadi Asam Glutamat ($C_5H_9NO_4$) dengan Bakteri *Micrococcus Glutamicus*

Jenis : Fermentor Batch

Bahan : Stainless Stell SA-240 grade D type 430

Jumlah : 11 unit

Waktu Reaksi : 48 jam (Rajaram, 2014)

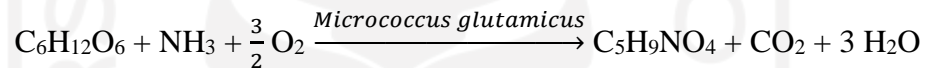
Kondisi Operasi : Eksotermis

$$T = 35^{\circ}C$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$pH = 7$$

Reaksi :



(Molase) (Amonia) (Oksigen) (As. Glutamat) (Carbon Dioksida) (Air)

Konversi : 98%

Asam glutamat yang akan dihasilkan dari reaksi akan memiliki tingkat kemurnian 98% dan sisa molase 2%.

A. Menghitung Densitas Campuran

- Densitas Campuran

Komponen	Berat (kg/jam)	Fraksi Berat	BM (kg/kmol)	ρ , (kg/m ³)	ρ cam (x. ρ), kg/m ³	xi/pi
$C_6H_{12}O_6$	6347	0,69	180,16	1532	1065	0,00045
$C_5H_9NO_4$			147	1533		
NH_3	599	0,07	17	587	38	0,00011
O_2	2061	0,23	39	1429	322	0,00016
CO_2			44			
H_2O			18	1005		
$C_5H_8NNaO_4$			169			
NAOH			39	1918		
M. glutamicus	127	0,01				
TOTAL	9134	1,00			1426	0,00072

B. Penjadwalan

Reaktor	Waktu (Jam)																																						
	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186	192	198	204					
1	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue		
2	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green		
3	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
4	Red	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
5	Red	Red	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
6	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
7	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
8	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
9	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
10	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
11	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow

Keterangan :

- Sterilisasi
- Pengisian
- Fermentasi
- Pengosongan

Pada alat Fermentor akan dibuat penjadwalan dengan tujuan untuk mengatur waktu alat akan disteril, pengisian, fermentasi dan pengosongan. Dengan tujuan alat yang beroperasi secara batch dapat menjadi semi-kontinyus batch sehingga bahan untuk menghasilkan monosodium glutamat dapat diperoleh secara terus menerus.

C. Menghitung Kecepatan Volumetris Umpan

Komponen	Berat (kg/jam)	Kmol/jam	BM (kg/kmol)	ρ_s (kg/m ³)	Fv (m ³ /jam)
C ₆ H ₁₂ O ₆	6347	35	180,16	1532	4,14
C ₅ H ₉ NO ₄			147	1533	
NH ₃	599	35	17	587	1,02
O ₂	2061	53	39	1429	1,44
CO ₂			44		
H ₂ O			18	1005	
C ₅ H ₈ NNaO ₄			169		
NAOH			39	1918	
M. glutamicus	127				
TOTAL	9134	123			6,61

D. Perancangan Reaktor

Volume Reaktor

$$V.\text{Reaktor} = \frac{F}{\rho_{cam}} \times t_{isi}$$

$$= 38,44 \text{ m}^3$$

Volume Reaktor setelah *overdesign* 20%

$$V.\text{Reaktor} = V_R + V_R \times 20\%$$

$$= 46,13 \text{ m}^3$$

Volume Cairan dalam Reaktor sebesar :

$$V.\text{Cairan} = \frac{F}{\rho_{cam}} \times t_{isi}$$

$$= 38,44 \text{ m}^3$$

1. Menentukan Diameter dan Tinggi Tangki Reaktor

Dipilih Reaktor Batch berbentuk silinder tegak.

Perbandingan diameter dan tinggi Reaktor adalah 1 : 1

(D : H = 1 : 1) (P.43, Brownell & Young)

Dengan menggunakan persamaan :

$$D : H = 1 \quad (\text{Brownell, 1959})$$

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

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

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 V_{\text{shell}}}{\pi}}$$

Maka didapatkan dimensi Reaktor sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Diameter} &= 3,47 \text{ m} \\ &= 136,63 \text{ in} \\ &= 11,38 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi} &= 4,87 \text{ m} \\ &= 192 \text{ in} \\ &= 16 \text{ ft} \end{aligned}$$

Menentukan Tebal Dinding (Shell) Reaktor

Persamaan yang digunakan :

$$ts = \frac{Pr}{(fE - 0.6P)} + C$$

(Eq. 13.1, P.254, Brownell & Young)

Dimana :

ts : Tebal dinding shell, in

P : Tekanan Design = 15,4788 psi

ri : jari-jari Reaktor = 95,411 in

E : Effisiensi sambungan las = 0,8

f : Tekanan maksimal yang diizinkan = 17500 psi

C : Korosi yang diizinkan = 0,1250 in

Sehingga diperoleh tebal shell = 0,2305 in

Sehingga diperoleh tebal shell standart = 0,25 in (1/4 in)

ID shell = 153,54 in

OD shell = 156 in

2. Menentukan Tebal Head

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA-240 grade D

Bentuk head : Torispherical Flanged & Dished Head

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis head , antara lain:

- *Flanged & Standard Dished Head*

Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil

- *Torispherical Flanged & Dished Head*

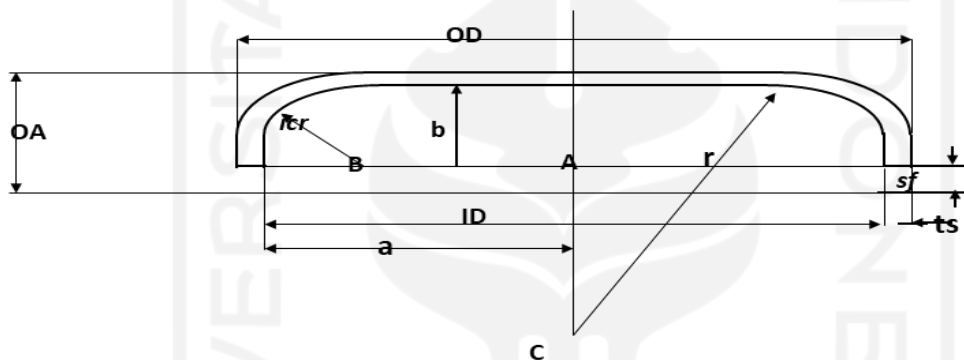
Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis

- *Elliptical Dished Head*

Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal

- *Hemispherical Head*

Digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi, kuat dan ukuran yang tersedia sangat terbatas



Keterangan gambar :

ID : diameter dalam head

OD : diameter luar head

a : jari-jari dalam head

t : tebal head

r : jari-jari dalam head

icr : inside corner radius

b : deep of dish

sf : straight of flanged

OA : tinggi head

Tebal head dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$t_h = \frac{P \cdot r_c \cdot w}{2 f E - 0,2 P} + C \quad (\text{Eq. 7.77, P.138, Brownell \& Young})$$

Dimana nilai w diperoleh menggunakan persamaan berikut :

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

(Eq. 7.76, P.138, Brownell & Young)

Sehingga diperoleh :

- W (*stress-intensification factor for torispherical dished head*) sebesar 1,73 in
- Tebal head standart sebesar 3/16 in

3. Menentukan Ukuran Head

$$ID = 155,625 \text{ in}$$

$$Icr = 9,375 \text{ in}$$

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$= 77,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$= 68,4375 \text{ in}$$

$$BC = r - icr$$

$$= 134 \text{ in}$$

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

$$= 115,93 \text{ in}$$

$$b = r - AC$$

$$= 28,06 \text{ in}$$

Sf (*Straight of Flange*) = 2 (Tabel 5.4, P. 87, Brownell & Young)

Jadi tinggi head total (OA) = $Sf + b + th$

$$= 34,09 \text{ in}$$

$$= 0,86 \text{ m}$$

Persamaan volume head untuk Torispherical Dished Head adalah :

- Volume head total (V_{head}) = 2 ($V_{head} + V_{Sf}$)
- $V_h = 527,30 \text{ ft}^3$
= $14,93 \text{ m}^3$
- $V_{Sf} = \frac{\pi D^2 Sf}{4 \cdot 144}$
- $V_{sf} = 334,78 \text{ in}^3$
= $0,19 \text{ ft}^3$

Sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned}\text{Volume Reaktor} &= V_{\text{shell}} + V_{\text{head}} \\ &= 61,06 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi Reaktor} &= 2 \text{ OA} + \text{tinggi shell} \\ &= 252,511 \text{ in} \\ &= 6,41 \text{ m}\end{aligned}$$

E. Perancangan Pengaduk Reaktor

$$\mu \text{ campuran} = 54,177 \text{ cP}$$

$$\rho \text{ campuran} = 1425,5 \text{ kg/m}^3$$

Jenis pengaduk = 6 flat blade turbine impeller

Diketahui :

- $D_i = ID/3$
= 4,86 ft
- $W = D_i/5$
= 0,97 ft
- $L = D_i/4$
= 1,21 ft
- $B = ID/2$
= 0,12 ft
- $E = D_i (0,75-1,3)$; dipilih 1
= 5,3006 ft
- $H = 9,73 \text{ ft}$

Diperoleh spesifikasi pengaduk sebagai berikut :

1. Menghitung Jumlah Pengaduk

$$\rho_{\text{cairan/pair}} = S_g = 1,42$$

$$WELH = h_{\text{cairan}} \cdot S_g$$

$$= 5,54 \text{ m}$$

$$= 18,18 \text{ ft}$$

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

$$= 1,4 \text{ buah}$$

2. Menentukan Power Pengadukan (Walas, P.292)

Penjabaran mencari P berdasarkan N trial yang didapatkan :

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

Kecepatan linier (N) = 215,643 rpm
 = 3,59 rps

Reynold Number :

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

Re = 1715,39

Jenis impeller turbin 6 blade

Berdasarkan Figure 18-17, didapatkan nilai Np sebesar = 4, Sehingga Power dapat dihitung, sebagai berikut

Power Number :

Np = 4

Mencari Power Number di Figure 477 Brown P.507

$$Pa = \frac{Np \cdot \rho \cdot Ni^3 \cdot Di^5}{g_c}$$

P = 30.053,28 watt

= 40 hP

Efisiensi = 85%

Daya penggerak = 47,41 hP

Standar NEMA = 60 hP

F. Perhitungan Pendingin

Komponen	C	K	F
Suhu fluida panas masuk reaktor	30	303	86
Suhu fluida panas keluar reaktor	35	308	95
Suhu fluida dingin masuk	10	283	50
Suhu fluida dingin keluar	25	298	77

Fluida Panas F	Fluida Dingin F	Delta T, F
86	50	36
95	77	18
90,5	63,5	

a. Menghitung LMTD

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

$$= 25,97^\circ\text{F}$$

b. Penentuan nilai UD

- heavy organics viscosity >1 Cp
- Nilai UD untuk heavy Organic (hot) dan water (cold) sebesar 5-75 Btu/ ft².F jam

Nilai UD diambil 75 Btu/ ft².F jam

c. Penentuan pemakaian Coil / Jacket

- Menentukan A (Luas Transfer panas)
Diketahui, Q = 27.909.525,97 kJ/jam
= 26.458.230,24 Btu/jam

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = 13584,77 \text{ ft}^2$$

- Menentukan Luas selubung

$$\text{Luas selubung} = (\pi \cdot \text{OD} \cdot \text{Hs}) + \left(\frac{\pi}{4} \cdot \text{OD}^2 \right)$$

$$= 1001,09 \text{ ft}^2$$

- Karena selubung < luas transfer panas, maka dipilih coil pendingin

d. Menghitung Bilangan Reynold:

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

$$F = 9134,0805 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Densitas cairan } (\rho) = 88,99 \text{ lbm/ft}^3$$

$$\text{Viskositas cairan } (\mu) = 131,06 \text{ lbm/ft.jam}$$

$$\text{Panas jenis } (c) = 4,03 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$$

$$\text{Konduktivitas } (k) = 0,38 \text{ Btu / (hr.ft}^2)(^\circ\text{F/ft)}$$

$$N = 12.938,75 \text{ rph}$$

$$Re = 138.543,97$$

$$jH = 1650 \text{ (Fig.20.2, Hal 718, Kern)}$$

e. Menghitung koefisien transfer panas

Untuk cairan dalam Reaktor, maka dipakai persamaan 20.4 Kern.

$$hc = \frac{jH.k}{D} \left(\frac{c\mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$$

Didapatkan nilai $jH = 1650$

dengan :

hc : Koefisien transfer panas cairan, Btu/ ft² jam F

L : diameter putar pengaduk = 15,7 ft

Di : Diameter Reaktor = 13 ft

maka diperoleh :

$$hc = 85.380,22 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F}$$

$$\begin{aligned} hoi &= \left(\frac{OD}{ID}\right) \cdot hc \\ &= 91.600,56 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F} \end{aligned}$$

f. Menghitung Overall heat transfer Ud :

Overall transfer panas saat start up

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{hoi \cdot hc}{hc + hoi} \\ &= 44.190,53 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F} \end{aligned}$$

Dari Kern P.846

Didapatkan Rd total = 0,001

$$hd = 1000 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F}$$

$$\begin{aligned} Ud &= \frac{U_c \cdot hd}{hd + U_c} \\ &= 977,87 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F} \end{aligned}$$

Menentukan Luas Bidang Transfer Panas

$$\begin{aligned} At &= \frac{Q}{Ud \cdot \Delta T_{LMTD}} \\ &= 300,57 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Diameter Reaktor = 9,1 ft

Luas perpindahan panas per coil :

$$\begin{aligned} Dh &= 0,7D_{Reaktor} \\ &= 9,1 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$A' = \pi \cdot Dh \cdot At$$
$$= 8588,61 \text{ ft}$$

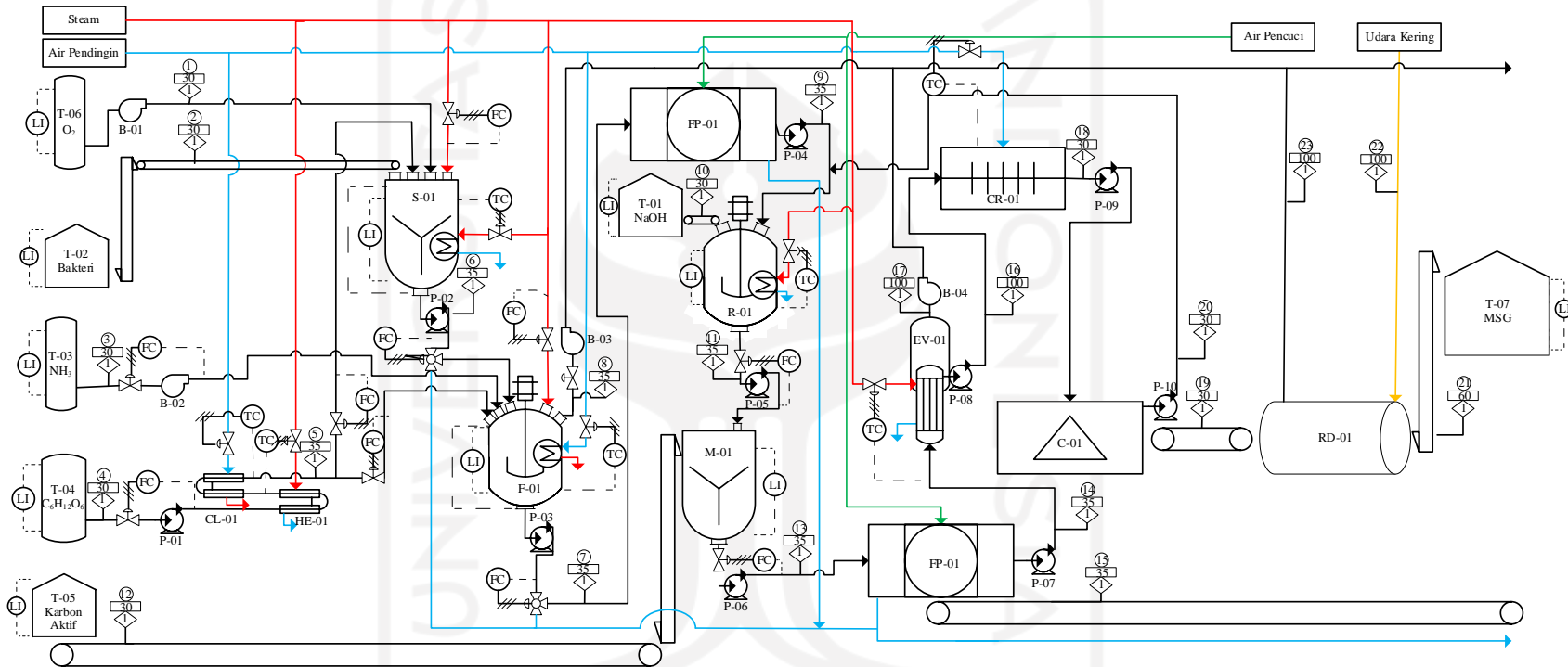
Jumlah lilitan :

$$Nt = \frac{At}{A'}$$
$$= 0,03$$

Diambil jumlah lilitan (Nt) = 1



LAMPIRAN B
PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMATE DARI MOLASE
BERKAPASITAS 38.000 TON/TAHUN



NO	KOMPONEN	ARUS																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		Kg/jam																						
1	<chem>C6H12O6</chem>	2.061			6.347		2.222	127	127		127		127	127		127		127		127		127		127
2	<chem>C5H7NO4</chem>							5.080	5.080	5.080		1.016		1.016	1.016		1.016		1.016		1.016			
3	<chem>NH3</chem>			599				12	12	12		12		12	12		12		12		12			
4	<chem>O2</chem>				6.347	2.061																		
5	<chem>CO2</chem>																							
6	<chem>H2O</chem>						1.864	1.864	186		2.362		2.362	2.362		236	2.125	236		2	234			2
7	<chem>C4H8NNaO4</chem>										4.671		4.671	4.671		4.671	4.671	4.671		4.671		4.671		
8	<chem>NaOH</chem>									1.346	269		269	269		269	269		269		269			
9	<i>M. Glutamicus</i>		127					413	794															
10	Udara Kering																						89	89
11	Karbon Aktif																							
	Total	2.061	127	599	6.347	6.347	4.695	7.877	7.083	5.405	1.346	8.457	423	423	423	6.331	2.137	6.331	4.800	1.519	4.798	89	91	

Alat	Keterangan	Simbol	Keterangan
P	Pompa	LI	Level Indikator
B	Blower	FC	Flow Control
HE	Heater	TC	Temperatur Control
CL	Cooler		Tekanan
M	Mixer		Suhu
F	Fermentor		Arus
EV	Evaporator		Belt Conveyor
R	Reaktor		Pneumatik
FP	Filter Press		Pipa
CR	Kristalizer		Aliran Listrik
C	Sentrifugal		
RD	Rotary Dryer		
S	Shifter		
T	Tangki		



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM
GLUTAMATE DARI MOLASE
KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN

Dikerjakan oleh :

1. Fadiah Idzni 18521070
 2. Nikie Noveza Sugianto 18521082

Dosen Pembimbing :

1. Dr. Ifa Puspasari S.T., M.Eng.
 2. Dr. Diana S.T., M.Eng.

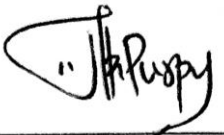
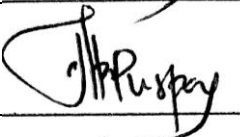
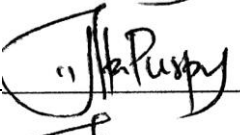
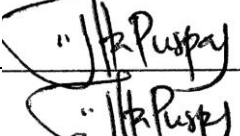
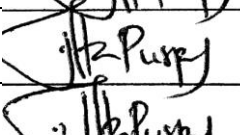
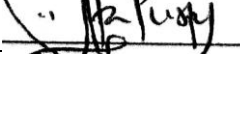
KARTU PEMBIMBINGAN TUGAS AKHIR


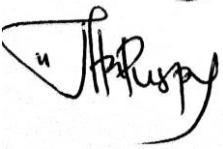

Nama Mahasiswa 1	: Fadiah Idzni	Nama Mahasiswa 2	: Nikie Noveza Sugianto
NIM	: 18521070	NIM	: 18521082
Semester/ Tahun Akademik	: 9 - 2022/2023		
Nama Dosen Pembimbing	: Dr. Ifa Puspari, S.T., M.Eng.		
Judul Pra Rancangan	:		

PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG) DARI MOLASE KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021

Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

No	Tanggal	Konsultasi	Paraf Dosen
1	4 Februari 2022	Bimbingan luaran 1 berupa latar belakang, penentuan kapasitas pabrik MSG dari molase: kapasitas pabrik yang telah berdiri, ketersediaan bahan baku, dan perkembangan kebutuhan produk di Indonesia	
2	18 Maret 2022	Revisi luaran 1 dan bimbingan luaran 2 berupa tinjauan pustaka, proses di dalam industry, tinjauan termodinamika dan kinetika	
3	19 April 2022	Revisi luaran 2 dan bimbingan luaran 3 berupa spesifikasi produk, spesifikasi bahan, dan pengendalian proses	
4	30 Mei 2022	Revisi luaran 3 dan bimbingan luaran 4 berupa diagram alir proses dan material, uraian proses, dan spesifikasi alat	
5	10 Juni 2022	Revisi luaran 4 dan bimbingan luaran 4 revisi terkait diagram alir	
6	23 Juni 2022	Revisi luaran 4 untuk spesifikasi alat dan memulai perhitungan neraca massa	
7	5 Juli 2022	Bimbingan untuk perhitungan neraca massa untuk sterilisasi, seeding, dan fermentor	
8	25 Juli 2022	Revisi perhitungan neraca massa dan bimbingan untuk perhitungan neraca massa evaporator, reactor, mixer, filter, kristalisator, dryer, dan shifter	
9	26 Agustus 2022	Revisi perhitungan luaran 5 dan bimbingan untuk luaran 6 berupa menghitung dimensi reactor, menghitung kecepatan volumetris umpan, perancangan reactor, perancangan pengaduk reactor, dan perhitungan coil pemanas	

10	9 September 2022	Revisi luaran 6 berupa rumus yang dimasukkan pada naskah	
11.	12 September 2022	Revisi luaran 7, 8, dan 9	
12.	24 Oktober 2022	Revisi luaran 10, 11, 12, 13, 14, dan 15	



KARTU PEMBIMBINGAN TUGAS AKHIR



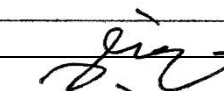
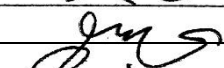
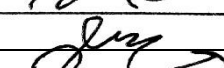
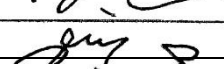

Nama Mahasiswa 1	: Fadiah Idzni	Nama Mahasiswa 2	: Nikie Noveza Sugianto
NIM	: 18521070	NIM	: 18521082
Semester/ Tahun Akademik	: 9 - 2022/2023		
Nama Dosen Pembimbing	: Dr. Diana S.T, M.Sc.		

Judul Pra Rancangan :

PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG) DARI MOLASE KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021

Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

No	Tanggal	Konsultasi	Paraf Dosen
1	5 Februari 2022	Bimbingan luaran 1 berupa latar belakang, penentuan kapasitas pabrik MSG dari molase: kapasitas pabrik yang telah berdiri, ketersediaan bahan baku, dan perkembangan kebutuhan produk di Indonesia	
2	31 Agustus 2022	Revisi luaran 2 dan 3 berupa tinjauan pustaka, proses di dalam industry, tinjauan termodinamika dan kinetika, dan revisi luaran 3 berupa spesifikasi produk, spesifikasi bahan, dan pengendalian proses, serta revisi diagram alir	
3	7 September 2022	Revisi luaran 4 spesifikasi alat dan 5 neraca massa beserta pembuatan diagram alir kuantitatif	
4	12 September 2022	Revisi luaran 6 terkait perhitungan RATB, penjadwalan, dan perancangan reaktor batch	
5	23 September 2022	Revisi luaran 6 terkait penjadwalan reactor batch dan perancangan reaktor	
6	29 September 2022	Revisi luaran 6 terkait perancangan tangki	
7	12 Oktober 2022	Revisi luaran 7 hingga 9 berupa penambahan arus pada alat rotari dryer dengan memasukan udara kering agar membawa air yang membasahi kerystal	
8	2 November 2022	Revisi luaran 10 hingga 15 dengan memperbaiki heat exchanger pemanas dengan mengubah perpindahan kalor dari perhitungan menggunakan panas sensibel menjadi panas laten. Kemudian mendapat masukan pada utilitas. Dan dilanjutkan mendapat masukan subbab analisis resiko yang menentukan apakah pabrik low risk atau high risk ketika beroperasi	