

**PRARANCANGAN PABRIK GLIFOSAT
DARI NEOPHOSPHATENOMETHYL IMINODIACETIC ACID (N-PMIDA)
DAN HIDROGEN PEROKSIDA
KAPASITAS PRODUKSI 20.000 TON/TAHUN**

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



Disusun Oleh:

Fauziyya Trisdhia Putri Pangesti (20521012)

Laily Fariqah Surachman (20521067)

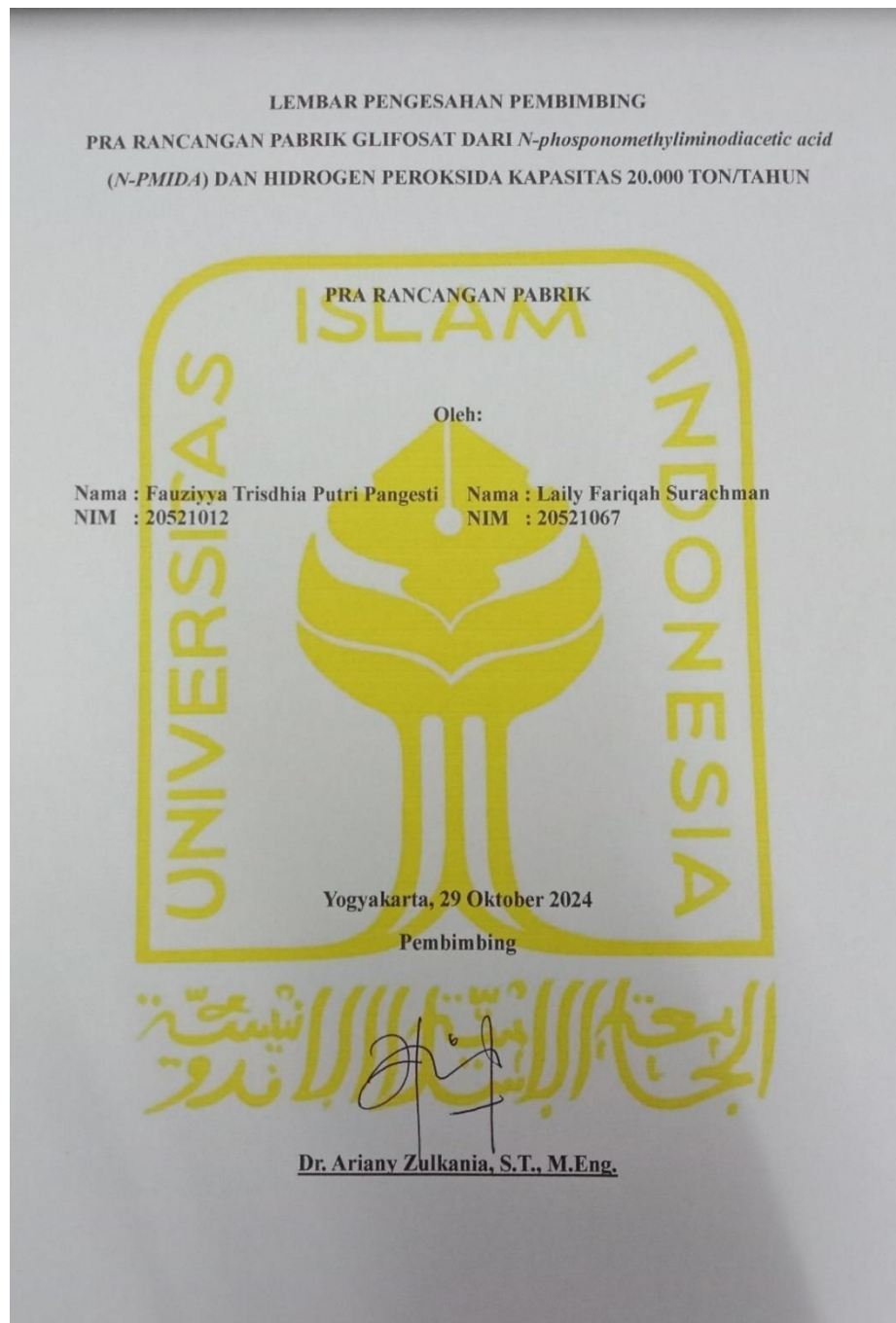
Dosen Pembimbing:

Dr. Ariany Zulkania, S. T, M. Eng.

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN



LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN HASIL

PRARANCANGAN PABRIK GLIFOSAT
DARI NEOPHOSPHATENOMETHYL IMINODIACETIC ACID
(N-PMIDA) DAN HIDROGEN PEROKSIDA
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fauziyya Trisdhia P.P
No. Mahasiswa : 20521012

Nama : Laily Fariqah Surachman
No. Mahasiswa : 20521067

Yogyakarta, 30 Oktober 2024

Menyatakan bahwa naskah Pra Rancangan Pabrik ini sudah ditulis berdasarkan kaidah ilmiah. Jika terdapat unsur plagiasi maka kami menanggung sesuai peraturan yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Penyusun I



Fauziyya Trisdhia P.P
20521012

Penyusun II



Laily Fariqah Surachman
20521067

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK GLIFOSAT
DARI NEOPHOSPHATENOMETHYL IMINODIACETIC ACID
(N-PMIDA) DAN HIDROGEN PEROKSIDA
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Oleh :

Nama : Fauziyya Trisdhia P.P Nama : Lally Fariqah Surachman
No. Mahasiswa : 20521012 No. Mahasiswa : 20521067

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

Yogyakarta, 2 Desember 2024

Tim Penguji,
Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.
Ketua

Dr. Khamdan Cahviri, S.T., M.Sc.
Anggota I

Aieng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.
Anggota II



13-12-2024

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Sholeh Maulana, S.T., M.T., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrohim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu

Alhamdulillah rabbil'alam, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir prarancangan pabrik kimia dengan baik dan tepat waktu. Shalawat serta salam selalu dilimpahkan oleh Allah SWT yang tak lupa pula kami sampaikan kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, karena dengan syafaatnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju ke zaman ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan judul "Prarancangan Pabrik Glifosat dari *Neophosphenomethyl Iminodiacetic Acid* (N-PMIDA) dan H_2O_2 (Hidrogen Peroksida) Kapasitas 20.000 ton/tahun". Disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah diperoleh selama bangku kuliah dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas segala ridho dan kehendak-Nya, penyusun diberi kelancaran dan kesabaran untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua saya Bapak Muhammad Rohman S.P dan Ibu Sunarsih serta keluarga besar saya yang tanpa henti memberikan doa, selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moral maupun material selama saya menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. (Laily Fariqah Surachman)
3. Orang tua saya Bapak Kusnan dan Ibu Saadah yang selalu mendoakan serta memberikan dukungan baik moral maupun materil sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D. dan Ibu Venitalitya Alethea Sari Agustia, S.T., M.Eng. selaku ketua dan sekretaris Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Ibu Dr. Ariany Zulkania, S. T, M. Eng. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah sabar dalam memberikan pengarahan dan bimbingan dalam proses penyusunan tugas akhir.
8. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
9. Teman-teman kami yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja

samanya.

10. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu dalam membantu penyusunan tugas akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Demikian tugas akhir ini kami susun. Tentunya dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis tidak luput dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini bermanfaat bagi banyak pihak.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu

Yogyakarta, 29 Oktober 2024

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, dengan menyebut nama Allah SWT dan Rasulullah SAW yang telah memberi kemudahan dan kelancaran dalam pengerjaan skripsi ini, dengan kerendahan hati saya mengucapkan banyak terimakasih dan rasa syukur yang tak terhingga sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Karya ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya Bapak Muhammad Rohman S.P dan Ibu Sunarsih serta keluarga besar saya yang telah banyak memberi dukungan baik moral maupun materi, beribu do'a yang tiada henti dilangitkan, serta kasih sayang yang tak terhingga yang diberikan kepada saya, sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia ini. Beribu terimakasih saya ucapkan karena sudah berjuang dan berkorban untuk memberikan yang terbaik buat saya sehingga saya bisa berada dititik ini seperti yang diharapkan keluarga. Terimakasih sudah menjadi rumah ternyaman dan tempat bercerita bagi saya. Sekali lagi banyak beribu terimakasih yang saya ucapkan atas segala jasa yang sudah diberikan, lembar pengesahan ini tidak cukup menggambarkan rasa terimakasihnya, semoga Allah yang membalas kebaikan ini, aamiin ya rabbal'alam.

Saya ucapkan banyak terimakasih juga kepada Dosen Pembimbing kami Ibu Dr. Ariany Zulkania S.T., M.Eng. yang selalu sabar membantu dan memberikan dukungan kepada kami dalam menyelesaikan TA dan tak lupa pula partner terbaik saya Fauziyya Trisdhia P.P saya ucapkan banyak terimakasih karena sudah mau

bersabar dan berjuang bersama-sama selama 4 tahun ini semenjak awal kerja praktik, penelitian, hingga menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih juga untuk proses suka dan dukanya yang sudah kita jalani selama ini dalam segi waktu, ilmu, tenaga, semangat, dan dukungannya selama ini. Semoga ilmu yang sudah kita pelajari bisa bermanfaat dan dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari dan berguna bagi masyarakat sekitar. Dan semoga kedepannya komunikasi kita tetap terjaga dan selalu sukses kedepannya.

Saya ucapkan banyak terimakasih juga kepada Mas Ilyas, Mba Diya Ayu, Berliana, Tiyas, Putri Izza, Dian Fatimah, Eka, teman-teman Einstein, teman SMA, teman SD, teman TK, teman-teman teknik kimia angkatan 2020, dan teman-teman lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu. Terimakasih sudah banyak memberikan bantuan dukungan dan do'anya selama ini, mendengarkan keluh kesah, tawa, tangis, marah, lelah, letih, lesu selama ini, Love you all semoga Allah yang membalas kebaikan kalian semua. Terimakasih orang-orang baik yang sudah mau berbagi cerita, semoga kedepannya kita bisa menciptakan cerita baru. Semoga ilmu yang kita dapat selama ini bisa membawa keberkahan untuk semuanya dan berbagi kebahagiaan sepanjang masa. Saya bangga menjadi salah satu bagian dari Teknik kimia 2020.

(Laily Fariqah Surachman)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi kemudahan dan kelancaran dalam pengerjaan tugas akhir ini, dengan kerendahan hati saya mengucapkan banyak terima kasih dan rasa syukur yang tak terhingga sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tak lupa saya mengucapkan banyak terima kasih kepada orang tua saya Bapak Kusnan dan Ibu Saadah yang sudah memberikan dukungan, doa, dan apapun yang terbaik untuk saya. Selain itu juga kakak-kakak saya yaitu a Sandi, a Rizal, teh Dedeh, dan teh Dedeh yang sudah memberikan dukungan dan mendengarkan keluh kesah saya.

Saya ucapkan banyak terima kasih juga kepada Dosen Pembimbing kami Ibu Dr. Ariany Zulkania S.T., M.Eng. yang selalu sabar membimbing dan memberikan dukungan kepada kami dalam menyelesaikan TA dan partner terbaik saya Laily Fariqah Surachman yang sudah mau kebersamaan selama kuliah ini semenjak awal kerja praktik, penelitian, hingga menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih juga untuk proses suka dan dukanya yang sudah kita jalani selama ini dalam segi waktu, ilmu, tenaga, semangat, dan dukungannya selama ini. Semoga ilmu yang sudah kita pelajari bisa bermanfaat dan dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari dan berguna bagi masyarakat sekitar. Dan semoga kedepannya komunikasi kita tetap terjaga dan selalu sukses kedepannya.

Saya ucapkan banyak terima kasih juga kepada Mba Diya Ayu, Ulya Nadhatul Shifa, Zakenia Azzahrani, Tiara Indah Ramadhani, Ratih Putri Nabila, Alifia

Salsabila Putri, Nabila Athiyya Fauziyya, teman-teman teknik kimia angkatan 2020, dan teman lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu. Terima kasih sudah banyak memberikan bantuan dalam mengerjakan TA ini apabila ada kesulitan, dukungan dan do'anya selama ini. Terima kasih orang-orang baik yang sudah mau kebersamai dalam hari-hari dan proses perjalanan hidup saya. Semoga Allah selalu memberkahi dan membalas kebaikan semuanya.

(Fauziyya Trisdhia Putri Pangesti)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN	xix
ABSTRAK	xxi
ABSTRACT	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Produk.....	2
1.2.1 Data Impor.....	3
1.2.2 Data Konsumsi	5
1.3 Tinjauan Pustaka	13
1.3.1 Glifosat	13
1.3.2 Macam-macam proses	14
1.3.3 Pemilihan Proses	16
1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika	17
1.4.1 Tinjauan Termodinamika	16
1.4.2 Tinjauan Kinetika	19
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	20
2.1 Spesifikasi Produk.....	20
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Pendukung.....	21
2.3 Pengendalian Kualitas	23
BAB III PERANCANGAN PROSES	29
3.1 Diagram Alir Proses dan Material	29
3.2 Uraian Proses	31
3.2.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku.....	31
3.2.2 Tahap Reaksi	32
3.2.3 Tahap Pemisahan Katalis	32
3.2.4 Tahap Penguraian H ₂ O ₂	33
3.2.5 Tahap Pengkristalan	33
3.3 Spesifikasi Alat	34
3.4 Neraca Massa	71
3.5 Neraca Panas	75
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	82
4.1 Lokasi Pabrik	82
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	88
4.3 Tata Alat Proses (<i>Process Plant and Equipment</i>).....	91
4.4 Organisasi Perusahaan	94

BAB V UTILITAS	116
5.1 Unit Penyediaan dan Pengelolaan Air.....	116
5.2 Unit Pembangkit <i>Steam</i>	128
5.3 Unit Pembangkit Listrik.....	130
5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan	134
5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar	135
5.6 Pengolahan Limbah.....	135
BAB VI EVALUASI EKONOMI	150
6.1 Penaksiran Harga Peralatan.....	153
6.2 Asumsi Penentuan TCI	160
6.3 Perhitungan Biaya	160
6.4 Analisis Keuntungan	167
6.5 Analisa Kelayakan	168
BAB VII PENUTUP	174
7.1 Kesimpulan	174
7.2 Saran.....	175
DAFTAR PUSTAKA	177
LAMPIRAN-LAMPIRAN	180

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data kebutuhan impor glifosat di Indonesia.....	3
Tabel 1.2 Data kebutuhan impor glifosat berdasarkan nilai rata-rata pertumbuhan.....	4
Tabel 1.3 Data kebutuhan impor glifosat untuk tahun mendatang.....	4
Tabel 1.3 Perbedaan proses <i>Hydrometallurgy</i> dan <i>Pyrometallurgy</i> (lanjutan).....	5
Tabel 1.4 Kandungan glifosat di PT Petrosida Gresik	6
Tabel 1.5 Perhitungan data konsumsi glifosat di PT. Petrosida Gresik.....	7
Tabel 1.6 Kandungan Glifosat di PT Nufarm Indonesia	8
Tabel 1.7 Perhitungan data konsumsi glifosat di PT. Nufarm Indonesia.....	8
Tabel 1.8 Kandungan Glifosat di PT Dalzon Indonesia.....	9
Tabel 1.9 Perhitungan data konsumsi glifosat di PT. Dalzon Indonesia.....	10
Tabel 1.10 Data total konsumsi glifosat	11
Tabel 1.11 Kapasitas pabrik glifosat di dunia.....	12
Tabel 1.12 Kapasitas pabrik N-PMIDA di dunia.....	12
Tabel 1.13 Kapasitas pabrik hidrogen peroksida di Indonesia.....	14
Tabel 1.14 Perbandingan Proses Pembuatan Senyawa Glifosat antara bahan baku <i>Glycine</i> dengan NPMIDA	15
Tabel 1.15 Perbandingan Proses Pembuatan Senyawa Glifosat Berbagai katalis ..	17
Tabel 1.16 Harga Entalpi dan Energi Gibbs	35
Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor	37
Tabel 3.2 Spesifikasi Mixer	39
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	40
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Decomposer</i>	41
Tabel 3.5 Spesifikasi Separator.....	42
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>Condensor Parsial</i>	44
Tabel 3.7 Spesifikasi <i>Crystalizer</i>	46
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	47
Tabel 3.9 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i>	48
Tabel 3.10 Spesifikasi <i>Vibrating Screen</i>	49
Tabel 3.11 Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	53
Tabel 3.12 Spesifikasi Pompa	57
Tabel 3.13 Spesifikasi <i>Expansion Valve</i>	59
Tabel 3.14 Spesifikasi <i>Compressor</i>	60
Tabel 3.15 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	62
Tabel 3.16 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	65
Tabel 3.17 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i>	67
Tabel 3.18 Spesifikasi Alat Penukar Panas.....	69
Tabel 3.19 Spesifikasi <i>Condensor Parsial</i>	69
Tabel 3.20 Spesifikasi Filter Udara.....	69
Tabel 3.21 Spesifikasi <i>Blower</i>	69
Tabel 3.22 Spesifikasi <i>Ejector</i>	69
Tabel 3.23 Neraca Massa Total.....	72
Tabel 3.24 Neraca Massa Reaktor	73
Tabel 3.25 Neraca Massa <i>Mixer</i>	73
Tabel 3.26 Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	74

Tabel 3.27 Neraca Massa <i>Decomposer</i>	74
Tabel 3.28 Neraca Massa Separator	75
Tabel 3.29 Neraca Massa <i>Crystalizer</i>	75
Tabel 3.30 Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	76
Tabel 3.31 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	76
Tabel 3.32 Neraca Massa <i>Vibrating Screen</i>	77
Tabel 3.33 Neraca Panas Total	77
Tabel 3.34 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-01)	78
Tabel 3.35 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-02)	79
Tabel 3.36 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01)	79
Tabel 3.37 Neraca Panas Reaktor (R-01)	80
Tabel 3.38 Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-01)	80
Tabel 3.39 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-01)	80
Tabel 3.40 Neraca Panas <i>Decomposer</i> (DC-01)	81
Tabel 3.41 Neraca Panas <i>Condenser</i> (CD-01)	81
Tabel 3.42 Neraca Panas Separator (SP-01)	81
Tabel 3.43 Neraca Panas <i>Crystalizer</i> (CRY-01)	82
Tabel 3.44 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-01)	83
Tabel 3.45 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	83
Tabel 3.46 Neraca Panas <i>Screener</i> (VS-01)	84
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	92
Tabel 4.2 Jadwal Jam Kerja Karyawan <i>Shift</i>	108
Tabel 4.3 Jadwal Kerja <i>Shift</i> Karyawan	108
Tabel 4.4 Jadwal Jam Kerja Karyawan <i>Non-Shift</i>	109
Tabel 4.5 Penggolongan Jabatan	110
Tabel 4.6 Gaji Karyawan <i>Non-Shift</i>	111
Tabel 4.7 Rincian Jumlah Karyawan <i>Shift</i>	114
Tabel 5.1 Kebutuhan <i>Domestic Water</i>	128
Tabel 5.2 Kebutuhan <i>Service Water</i>	129
Tabel 5.3 Kebutuhan <i>Cooling Water</i>	130
Tabel 5.4 Kebutuhan <i>Steam Water</i>	131
Tabel 5.5 Listrik untuk Alat Proses	133
Tabel 5.6 Kebutuhan Listrik Untuk Alat Utilitas	134
Tabel 5.7 Total Kebutuhan Listrik	136
Tabel 5.8 Spesifikasi Pompa Utilitas	141
Tabel 5.9 Spesifikasi Bak Penampung	145
Tabel 5.10 Spesifikasi Tangki Utilitas	147
Tabel 5.11 Spesifikasi Saringan Pasir	150
Tabel 5.12 Spesifikasi Klarifier	150
Tabel 5.13 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i>	151
Tabel 5.14 Spesifikasi <i>Boiler</i>	152
Tabel 6.1 Daftar Alat Proses	158
Tabel 6.2 Daftar Harga Alat Utilitas	161
Tabel 6.3 <i>Physical Plant Cost Alat Proses</i>	164
Tabel 6.4 <i>Direct Plant Cost Alat Utilitas</i>	164
Tabel 6.5 <i>Physical Plant Cost Land and Yard</i>	165

Tabel 6.6 <i>Direct Plant Cost</i>	165
Tabel 6.7 <i>Fixed Capital Investment</i>	165
Tabel 6.8 <i>Working Capital Investment</i>	166
Tabel 6.9 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	167
Tabel 6.10 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	168
Tabel 6.11 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	168
Tabel 6.12 <i>Total Manufacturing Cost</i>	169
Tabel 6.13 <i>General Expenses</i>	169
Tabel 6.14 <i>Total Production Cost</i>	170
Tabel 6.15 <i>Annual Fixed Cost</i>	172
Tabel 6.16 <i>Annual Variable Cost</i>	172
Tabel 6.17 <i>Annual Regulated Expense</i>	173

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif	30
Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif	31
Gambar 3.3 Reaksi Glifosat	33
Gambar 3.4 Lokasi Pabrik Glifosat.....	86
Gambar 4.2 <i>Layout</i> pabrik skala 1 : 1000	92
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses	97
Gambar 4.4 Struktur Organisasi.....	100
Gambar 5.1 Diagram Alir Unit Utilitas	139
Gambar 6.1 Grafik indeks harga.....	157
Gambar 6.2 Grafik Evaluasi Ekonomi.....	175

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN REAKTOR	184
LAMPIRAN PEFD	205
LAMPIRAN KONSULTASI BIMBINGAN.....	206

DAFTAR LAMBANG/ NOTASI/ SINGKATAN

T	: <i>Temperature</i> , °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
Q	: Kebutuhan Kalor, Kj/jam
A	: Luas Penampang, m ²
V	: Volume, m ³
T	: Waktu, jam
M	: Massa, kg
F _v	: Laju Volumetrik, m ³
R	: Jari-jari, in
P	: Power <i>motor</i> , Hp
T _s	: Tebal <i>Shell</i> , in
ΔPT	: <i>Pressure Drop</i> , psia
ID	: <i>Inside Diameter</i> , in
OD	: <i>Outside Diameter</i> , in
Th	: Tebal <i>Head</i>
Re	: <i>Reynold Number</i>
F	: <i>Allowablw stress</i> , psia
E	: Efisiensi pengelasan
I _{cr}	: Sudut jari-jari dalam, in
U _d	: Koefisien transfer panas dalam keadaan kotor, Btu/jam.ft ² °F
U _c	: Koefisien transfer panas dalam keadaan bersih, Btu/jam.ft ² °F
R _d	: Faktor pengotor
C _p	: Kapasitas panas, Btu/jam.ft ² °F
K	: Konduktivitas termal, Btu/jam.ft ² °F
JH	: <i>Heat tranfer factor</i> , Btu/jam.ft ² °F
H _i	: <i>Inside film coefficient</i> , Btu/jam.ft ² °F
H _o	: <i>Outside film coefficient</i> , Btu/jam.ft ² °F

LMTD: *Log mean temperature different*, °F

k : Konstanta kinetika reaksi, 1/waktu

K : Konstanta kesetimbangan reaksi

ΔH : Entalpi, kJ/jam

ΔH_R : Entalpi reaksi, kJ/jam

ΔG : Energi bebas Gibbs, kJ/jam

R : Konstanta umum gas ideal 8,134 Joule/mol,K

ABSTRAK

Herbisida Glifosat ($C_3H_8NO_5P$) merupakan bahan kimia yang dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan tumbuhan gulma (tumbuhan pengganggu). Gulma ialah tumbuhan disekitar tanaman yang pertumbuhannya tidak diinginkan karena dapat menghambat pertumbuhan tanaman, penurunan kualitas tanaman, dan menurunkan kuantitas produksi (panen). Saat ini herbisida dengan berbahan aktif glifosat banyak digunakan petani dan pekebun di Indonesia karena dirasa lebih efektif, murah, dan aman. Herbisida Glifosat ini dihasilkan dari *N-phosponomethyl iminodiacetic acid* (N-PMIDA) dan hidrogen peroksida melalui proses oksidasi. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, maka dirancang pabrik herbisida glifosat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun. Dengan memperhatikan faktor ketersediaan bahan baku, transportasi, tenaga kerja, pemasaran, dan utilitas, maka lokasi pabrik yang dipilih adalah di Kecamatan Sidayu, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Peralatan utama untuk pabrik herbisida glifosat yang digunakan antara lain reaktor, *mixer*, *centrifuge*, *decomposer*, separator, *crystalizer*, *rotary dryer*, dan *vibrating screen*. Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), bahan baku masuk *N-phosponomethyl iminodiacetic acid* (NPMIDA) dan hidrogen peroksida adalah dengan perbandingan mol 1:3 menggunakan katalis Pd/C sebesar 0,6 gram dan total air sebagai pelarut di dalam reaktor sebesar 170 ml. Reaktor beroperasi pada tekanan 2 atm bersuhu $90^{\circ}C$ keadaan eksotermis dan terjadi pembentukan herbisida glifosat yang kemudian masuk ke dalam *mixer* untuk melarutkan larutan glifosat sebelum dipisahkan dari katalis Pd/C. Kemudian dialirkan ke *decomposer* untuk menguraikan H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 dari larutan glifosat lalu diumpungkan ke *crystalizer* untuk pengkristalan lalu ke *centrifuge* dan *rotary dryer* untuk menguapkan sisa pelarut maupun produk samping yang terdapat pada herbisida glifosat, kemudian di *screener* dengan ukuran $-20+32$ mesh yang memiliki kemurnian sebesar 97%. Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari selama 330 hari per tahun. Hasil analisa ekonomi terhadap prarancangan pabrik herbisida glifosat diperoleh nilai ROI sebelum pajak sebesar 47%, ROI setelah pajak sebesar 36%, POT sebelum pajak 2,06 tahun, POT setelah pajak 2,73 tahun, BEP sebesar 54,67%, SDP sebesar 28,17% , serta DCFR sebesar 19,24%. Berdasarkan analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik herbisida glifosat kapasitas 20.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.

Kata kunci : Filtrasi, Herbisida Glifosat, Kristal, NPMIDA, Oksidasi, RATB.

ABSTRAK

Glyphosate herbicide ($C_3H_8NO_5P$) is a chemical that can inhibit the growth or kill weeds (nuisance plants). Weeds are plants around plants whose growth is undesirable because they can inhibit plant growth, reduce plant quality, and reduce the quantity of production (harvest). Currently, herbicides containing the active ingredient glyphosate are widely used by farmers and planters in Indonesia because they are considered more effective, cheap and safe. This glyphosate herbicide is produced from N-phosponomethyl iminodiacetic acid (N-PMIDA) and hydrogen peroxide through an oxidation process. To meet domestic needs, a glyphosate herbicide factory with a capacity of 20.000 tons/year was designed. By paying attention to the availability of raw materials, transportation, labor, marketing and utilities, the factory location chosen was in Sidayu District, Gresik Regency, East Java Province. The main equipment used for glyphosate herbicide factories includes reactors, mixers, centrifuges, decomposers, separators, crystalizers, rotary dryers and vibrating screens. The reactor used is a Stirred Tank Flow Reactor (RATB), the input raw materials are N-phosponomethyl iminodiacetic acid (NPMIDA) and hydrogen peroxide in a mole ratio of 1:3 using a Pd/C catalyst of 0.6 grams and a total of water as a solvent in the reactor of 170 ml. The reactor operates at a pressure of 2 atm with a temperature of 90°C in an exothermic condition and the formation of glyphosate herbicide occurs which then enters the mixer to dissolve the glyphosate solution before being separated from the Pd/C catalyst. Then it flows to the decomposer to decompose the H_2O_2 into H_2O and O_2 from the glyphosate solution then fed to the crystalizer for crystallization then to the centrifuge and rotary dryer to evaporate the remaining solvent and side products contained in the glyphosate herbicide, then in the screener with a size of -20+32 mesh which is has a purity of 97%. The factory operates 24 hours per day for 330 days per year. The results of the economic analysis of the pre-design of the glyphosate herbicide factory showed that the ROI value before tax was 47%, ROI after tax was 36%, POT before tax was 2,06 years, POT after tax was 2,73 years, BEP was 54,67% , SDP of 28,17%, and DCFR of 19,24%. Based on the economic analysis, it can be concluded that the establishment of a glyphosate herbicide factory with a capacity of 20,000 tons/year is worth considering for its construction to be realized.

Keywords: Crystals, Filtration, Glyphosate Herbicide, NPMIDA, Oxidation, RATB.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang dikenal sebagai negara agraris yang mana sebagian besar masyarakat Indonesia tersebut bermata pencaharian sebagai petani atau bercocok tanam. Pada Maret 2023, Badan Pusat Statistik mencatat bahwa dari 280,73 juta penduduk Indonesia yang bekerja terdapat 29,36% yang bekerja di sektor pertanian atau 82,42 juta penduduk.

Saat ini penggunaan herbisida di sektor pertanian dan perkebunan mengalami peningkatan. Glifosat, bahan aktif dalam banyak herbisida komersial, merupakan herbisida yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Penggunaan herbisida yang mengandung bahan aktif glifosat ini menghasilkan yang efektif dan efisien sehingga lebih banyak dibandingkan dengan bahan aktif lainnya. Glifosat memiliki nama lain kimia N- (*Phosphonomethyl*) *glycine* yang termasuk asam organik lemah, bersifat polar sehingga mudah terlarut dalam air namun tidak larut dalam pelarut non polar seperti etanol, aseton, dan benzena (Christina et al., 2019).

Pada tahun 1970 John E. Franz glifosat pertama kali ditemukan yang bekerja untuk Monsanto. Glifosat termasuk herbisida berspektrum luas dan non selektif yang bisa mengendalikan gulma semusim bahkan tahunan. Daya bunuh glifosat lambat, namun mudah ditranslokasikan ke bagian-bagian tanaman lainnya sehingga daya bunuhnya lebih pasti. Herbisida ini diserap oleh tumbuhan melalui daun (kutikula), lalu tersebar ke

seluruh bagian tanaman.

Adapun cara kerja glifosat yaitu dengan menghambat enzim EPSPS (5-enolpyruvinishikimate-3-phosphaate sintase) dalam pembentukan asam amino aromatik seperti triptofan, tirosin dan fenil alanin. Enzim tersebut berperan dalam biosintesis asam amino, phenilalanine, tyrosine, dan tryptofan. Dengan adanya glifosat ini dapat menghambat terjadinya proses tersebut sehingga terjadi penipisan asam amino yang dibutuhkan dalam sintesis protein dalam jalur sintesis pada pertumbuhan. (Faria et al., 2018). Dosis pemberian glifosat akan berpengaruh terhadap keefektifannya. Pemberian dosis yang benar dapat mematikan gulma sasaran, namun apabila dosisnya terlalu banyak akan menyebabkan rusaknya tanaman. (Sembodo, 2010).

Dengan melihat penggunaan herbisida sekarang yang semakin meningkat, maka perlu didirikan pabrik glifosat di Indonesia guna membantu memenuhi kebutuhan dalam negeri. pendirian pabrik glifosat yang digunakan dalam proses produksi herbisida itu sendiri dapat dijadikan pertimbangan sebagai berikut:

1. Adanya pabrik glifosat, dapat mengurangi ketergantungan impor dari negara lain.
2. Menjadi peluang bagi Indonesia sebagai pemasok kebutuhan glifosat di negara lain.
3. Mampu meningkatkan jumlah ekspor sehingga dapat menyediakan lapangan kerja dan meningkatkan devisa negara.

1.2 KAPASITAS PERANCANGAN

Kapasitas perancangan pabrik adalah salah satu tahap awal dalam

merancang pabrik dan merupakan aspek penting yang dapat mempengaruhi perhitungan dari segi ekonomi dan teknis. Pabrik glifosat yang dirancang direncanakan akan berdiri pada tahun 2030. Dalam perancangan kapasitas pabrik ada beberapa aspek diantaranya *demand*, *supply*, kapasitas pabrik, dan ketersediaan bahan baku yang sudah didirikan.

1.2.1 Data Impor

Berikut data impor glifosat di Indonesia dari 2017 sampai tahun 2021:

Tabel 1.1 Data kebutuhan impor glifosat di Indonesia

No	Tahun	Kebutuhan Impor (Ton/Tahun)
1	2017	84.983,003
2	2018	88.159,421
3	2019	64.127,884
4	2020	71.727,183
5	2021	65.824,879

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)

Untuk menentukan kebutuhan impor yang akan datang berdasarkan data impor di atas yaitu menggunakan nilai rata-rata pertumbuhan sebagai berikut:

$$\% \text{ pertumbuhan} = \frac{(\text{konsumsi tahun } n - \text{konsumsi tahun } n - 1)}{\text{konsumsi tahun } n - 1} \times 100 \quad \text{pers 1}$$

Tabel 1.2 Data kebutuhan impor glifosat berdasarkan nilai rata-rata pertumbuhan

No	Tahun	Kebutuhan Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan Rata-rata
1	2017	84.983,003	
2	2018	88.159,421	0,0374
3	2019	64.127,884	-0,2726
4	2020	71.727,183	0,1185
5	2021	65.824,879	-0,0823
Rata-rata			-0,0498

Diperoleh nilai rata-rata pertumbuhan sebesar -4,975% per tahun. Dengan nilai tersebut diperkirakan bahwa konsumsi glifosat pada tahun-tahun mendatang adalah sebagai berikut:

Tabel 1.3 Data kebutuhan impor glifosat untuk tahun mendatang

No	Tahun	Kebutuhan Impor (Ton/Tahun)
1	2017	84.983,003
2	2018	80.755,084
3	2019	76.737,504
4	2020	72.919,799
5	2021	69.292,026
6	2022	65.844,736
7	2023	62.568,948

No	Tahun	Kebutuhan Impor (Ton/Tahun)
8	2024	59.456,132
9	2025	56.498,179
10	2026	53.687,385
11	2027	51.016,428
12	2028	48.478,351
13	2029	46.066,545
14	2030	43.774,726

Jadi, sesuai perhitungan yang didapat dari pendekatan nilai rata-rata pertumbuhan maka diprediksikan kebutuhan herbisida pada tahun 2030 sekitar 43774,726 ton.

1.2.2 Data Konsumsi

Untuk data konsumsi glifosat dihitung dengan pendekatan penggunaan herbisida dengan data luas lahan pertanian. Berdasarkan sumber Mentan Tahun 2019 diketahui bahwa luas lahan pertanian adalah sebesar 70 juta hektar, tetapi yang efektif untuk produksi pertanian hanya sebesar 45 juta hektar di Indonesia. Dan berdasarkan data statistik, secara umum perlakuan herbisida dengan dosis rendah yaitu 1,5 liter/hektar merupakan yang paling efektif apabila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Adapun data konsumsi ini juga menggunakan data kandungan glifosat disetiap produk pada tiga pabrik yaitu PT. Petrosida Gresik, PT. Nufarm Indonesia, dan PT. Dalzon Indonesia.

Tabel 1.4 Kandungan glifosat di PT Petrosida Gresik

No	Nama Produk	Kandungan Glifosat (gr/L)
1	Sidastar 300/100 SL	222
2	Seetop 525 SL	389
3	Sidafos 480 SL	356
4	BrownUp 490 SL	363
5	Sidalaris 240 SL	178
6	Bulma 550 SL	296,41
7	Sida Up 490 SL	363
8	Sidatop 166 SL	166
9	Meto 490 SL	363
10	Lutop 250/125 SL	250
11	Obin 310/115 SL	229,9
12	Bransida 360/10 SL	360
13	Glymetz 240/10 SL	240
Rata-rata		290,48

Perhitungan data konsumsi glifosat di PT. Petrosida Gresik sebagai berikut:

Tabel 1.5 Perhitungan data konsumsi glifosat di PT. Petrosida Gresik

Total lahan pertanian:	45 juta hektar
Dosis herbisida:	1,5 liter
Kebutuhan herbisida:	67.500.000 liter
Kandungan glifosat pada produk herbisida:	290 gram/liter
Kandungan glifosat:	19.575.000.000 gram atau 19.575 ton

Tabel 1.6 Kandungan Glifosat di PT Nufarm Indonesia

No	Nama Produk	Kandungan Glifosat (gr/L)
1	Speed Up 480 SL	356
2	Supra 615 SL	615
3	Kleen Up 480 SL	356
4	Roundup Biosorb	360
5	Glytron	230
6	Nufaris 240 SL	178
7	Bimastar 240 SL	178
8	Roundup Powermax	489
9	Polado 240 SL	180
10	Nufosat 480 SL	356

Rata-rata	329,8
-----------	-------

Perhitungan data konsumsi glifosat di PT. Nufarm Indonesia sebagai berikut:

Tabel 1.7 Perhitungan data konsumsi glifosat di PT. Nufarm Indonesia

Total lahan pertanian:	45 juta hektar
Dosis herbisida:	1,5 liter
Kebutuhan herbisida:	67.500.000 liter
Kandungan glifosat pada produk herbisida:	330 gram/liter
Kandungan glifosat:	22.275.000.000 gram atau 22.275 ton

Tabel 1.8 Kandungan Glifosat di PT Dalzon Indonesia

No	Nama Produk	Kandungan Glifosat (gr/L)
1	Flyer 240/120 SL	176
2	Fixxit 580 SL	430
3	Best UP 480 SL	356
4	Vortex 540 SL	441
5	Promote 500 SL	371
6	Mondo 490 SL	363
7	Rodd 436 SL	356
8	Basmitop 480 SL	356

No	Nama Produk	Kandungan Glifosat (gr/L)
9	Vino 640 SL	475
10	Indo Up 490 SL	363
11	Rondolon 320/32 SL	237
12	Tropez 480 SL	356
13	Valarta 600 SL	490
14	Rockon 620 SL	460
15	Bang 240 SL	176
16	Haitex 160 SL	119
Rata-rata		345,31

Perhitungan data konsumsi glifosat di PT. Dalzon Indonesia sebagai berikut:

Tabel 1.9 Perhitungan data konsumsi glifosat di PT. Dalzon Indonesia

Total lahan pertanian:	45 juta hektar
Dosis herbisida:	1,5 liter
Kebutuhan herbisida:	67.500.000 liter
Kandungan glifosat pada produk herbisida:	345 gram/liter
Kandungan glifosat:	23.287.500.000 gram atau 23.287,5 ton

Dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa total konsumsi glifosat yang terkandung dalam produk dari tiga pabrik tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 1.10 Data total konsumsi glifosat

Nama Perusahaan	Konsumsi Glifosat (ton)
PT. Petrosida Gresik	19.575
PT. Nufarm Indonesia	22.275
PT. Dalzon Indonesia	23.287,5
Total	66.137,5

Jadi, total keseluruhan konsumsi glifosat adalah sebesar 66.137,5 ton/tahun.

Adapun untuk pabrik glifosat sendiri belum ada di Indonesia, sehingga data produksi dan ekspornya tidak ada. Kebutuhan glifosat di Indonesia selama ini terpenuhi dengan adanya impor dari negara lain. Hal ini bisa dijadikan peluang dalam pendirian pabrik glifosat untuk mengurangi impor dan menjadi negara pemasok glifosat negara lain. Rencana pabrik ini akan didirikan pada tahun 2030. Berikut perhitungan peluang penentuan kapasitas pabrik glifosat: Peluang penentuan kapasitas pabrik:

$$\begin{aligned}
 Demand - Supply &= (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi}) \\
 &= ((0 + 66.137,5) - (43.774,726 + 0)) \text{ ton/tahun} \\
 &= 21.362,774 \text{ ton/tahun} \\
 &= 20.000 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Adapun data kapasitas pabrik glifosat yang ada di dunia sebagai berikut:

Tabel 1.11 Kapasitas pabrik glifosat di dunia

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Bayer Cropscience	380.000
Hubei Xingfa Chemical Group	230.000
Fuhua Industry	53.000
Wynca Group	80.000
Jiangshan Industry	70.000
Hebang BioTechnology	50.000
Anhui Guangxin Agrochemical	50.000
Youth Chemical	30.000
Sunvic Chemical Holding Limited	20.000
Jiangsu Jurong Chemical	20.000

Melihat kebutuhan impor glifosat setiap tahunnya cenderung menurun maka diambil asumsi pabrik yang kami rancang sebesar 20.000 ton/tahun. Hal ini dikarenakan dengan mempertimbangkan bahan baku utama yaitu *N-phosphonomethyl iminodiacetic acid* (N-PMIDA) dan hidrogen peroksida. Selain itu juga, kapasitas 20.000 ton/tahun tersebut sudah termasuk dalam *range* kapasitas pabrik glifosat yang ada di dunia.

N-PMIDA diperoleh dengan mengimpor dari Sichuang Hebang yang berasal dari China karena belum ada di Indonesia dengan kapasitas pabrik 150.000 ton/tahun. Hidrogen peroksida diperoleh dari PT. Samator Inti Peroksida yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas pabrik 20.000 ton/tahun.

Berikut data kapasitas pabrik N-PMIDA dan hidrogen peroksida:

Tabel 1.12 Kapasitas pabrik N-PMIDA di dunia

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Sichuang Hebang	150.000
Sunvic Chemical Holding Limited	40.000
Jiangsu Jurong Chemical	40.000
Nantong Guangrong Chemical	4.000

Tabel 1.13 Kapasitas pabrik hidrogen peroksida di Indonesia

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Peroksida Indonesia Pratama	24.000
PT. Sindopex Perotama	9.000
PT. Evonik Degussa Peroxide Indonesia	48.000
PT. Samator Inti Peroksida	20.000

Jika dilihat dari data kebutuhan glifosat di Indonesia yang masih cenderung meningkat dan memenuhi kebutuhan dalam negeri masih mengandalkan impor, maka pabrik glifosat ini layak untuk didirikan di Indonesia dengan berbagai pertimbangan antara lain:

1. Sebagai upaya mengurangi impor glifosat di Indonesia.
2. Membuka lapangan pekerjaan baru di sekitar kawasan berdirinya pabrik glifosat ini yang secara otomatis akan meningkatkan perekonomian warga.

1.3 TINJAUAN PUSTAKA

1.3.1 Glifosat ((N- (*phosphonomethyl*)*glycine*))

Glifosat ((N- (*phosphonomethyl*)*glycine*) merupakan senyawa kimia organik yang memiliki rumus kimia $C_3H_8NO_5P$. Glifosat pertama kali ditemukan oleh ahli kimia Swiss Henry Martin pada tahun 1950 dengan penelitian awal menunjukkan bahwa glifosat merupakan ikatan ion (khalasi) kimia yang lemah. Kemudian, pada tahun 1970, glifosat ditemukan secara independen oleh ahli kimia Monsanto di Amerika Serikat. Dari pengembangannya glifosat dapat digunakan untuk membunuh gulma pada tanaman (Wikipedia). Glifosat merupakan salah satu jenis asam karboksilat yang memiliki gugus karboksil (-COOH), yang membuatnya bersifat polar dan dapat berinteraksi dengan air melalui ikatan hidrogen. Oleh karena itu, asam karboksilat cenderung larut dalam air, namun tidak larut dalam pelarut non-polar (Umar Dani,2023). Herbisida jenis glifosat cukup efektif untuk mengendalikan gulma baik berdaun lebar maupun sempit ataupun teki. Herbisida glifosat mempunyai kekurangan penggunaan berkelanjutan ini dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur tanah. Sehingga untuk meminimalisir pemakaian glifosat sebagai herbisida diperlukan tambahan senyawa yang mempunyai kinerja yang sama dengan glifosat sebagai herbisida yang bekerja secara sistemik.

1.3.2 Macam-Macam Proses

Pembuatan senyawa glifosat terdiri dari 2 macam bahan baku yaitu *glycine* dan IDA(*Iminodiacetic Acid*). Adapun dinyatakan dalam Tabel 1 tentang perbandingan dari kedua proses pembuatan glifosat (Biro Litbang PT Petrosida, 2003).

Tabel 1.14 Perbandingan Proses Pembuatan Senyawa Glifosat antara bahan baku *Glycine* dengan NPMIDA

Kriteria	Bahan Baku	
	Glycine	IDA
<i>Yield</i>	Rendah	Tinggi
<i>Effluent treatment</i>	Sangat kompleks	Sederhana
Peralatan	Normal	Sederhana
Tinjauan ekonomi	Marginal	Profit
Bahan baku	<i>Glycine</i>	IDA/NPMIDA

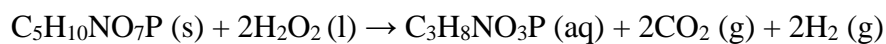
Terdapat berbagai macam proses yang sudah diteliti dan dikembangkan dalam pembuatan glifosat dari N-PMIDA (*N-phosphonomethyl iminodiacetic acid*) menggunakan pelarut berupa air, diantaranya sebagai berikut:

- a. Mereaksikan NPMIDA dengan hydrogen peroksida (H_2O_2) menggunakan katalis asam (*US Patent No. 3954848, 4002672, 498376*). Katalisator asam yang digunakan bisa berupa asam organik maupun asam anorganik antara lain asam sulfat, fosfat, hidroflorat, florosulfat, nitrat, asetat,

formiat, propionat, para-toluen sulfonat, benzenesulfonat dan lain-lain. Suhu reaksi yang dipakai adalah 70-100°C dan tekanan atmosferis atau lebih tinggi. Perbandingan reaktan H₂O₂ / NPMIDA yang digunakan 4,2-4,5 mol/mol dan jumlah katalisator asam adalah 0,2-0,3 mol/mol produk yang dihasilkan.

- b. Mereaksikan N-PMIDA dengan hidrogen peroksida (H₂O₂) menggunakan katalis logam (Mo, Fe, Zn, V, Pt, Pd, Rho) (*US Patent No.3950402, 5043475, 5095140*). Kondisi operasi yang digunakan adalah suhu 60-125°C.
- c. Mereaksikan N-PMIDA dengan hidrogen peroksida (H₂O₂) menggunakan katalis karbon aktif. Kondisi operasi yang digunakan adalah suhu 60-80°C dan tekanan atmosferis. Perbandingan reaktan H₂O₂ / N-PMIDA yang digunakan 2-2,5 mol/mol, konsentrasi hidrogen peroksida yang digunakan 30-60% dan jumlah katalisator yang digunakan adalah 0,1-0,4 berat N-PMIDA yang direaksikan.

Persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Masing-masing metode tersebut tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri. Berikut merupakan perbandingan dari ketiga proses pembuatan glifosat:

Tabel 1.15 Perbandingan Proses Pembuatan Senyawa Glifosat Berbagai katalis

Parameter	Proses Pertama	Proses Kedua	Proses Ketiga
-----------	----------------	--------------	---------------

Katalis	Asam	Logam	Karbon aktif
Suhu Operasi	70-100°C	60-125°C	60-80°C

1.3.3 Pemilihan Proses

Berdasarkan penjelasan sebelumnya terdapat beberapa perbedaan setiap proses. Sehingga diperlukan pemilihan proses yang digunakan dalam perancangan pabrik kimia ini. Pada proses pertama menggunakan katalis asam dapat menyebabkan korosi pada peralatan proses dan membutuhkan banyak waktu untuk membuang asam yang terpakai. Suhu maupun tekanan operasi sedikit lebih tinggi daripada proses ketiga. Pada proses kedua, katalis yang digunakan yaitu logam dengan kondisi operasi yang sedikit lebih tinggi diantara katalis lainnya. Namun, katalis ini menghasilkan aktivitas yang tinggi dalam mempercepat reaksi kimia, selektifitas serta stabilitas yang tinggi, serta penggunaannya dapat dilakukan dalam waktu yang lebih lama. Adapun untuk suhu operasinya membutuhkan kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan proses lainnya yaitu 60-125°C. Penggunaan katalis karbon aktif membutuhkan biaya yang lebih ekonomis, penggunaannya terbatas dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan katalis lainnya, kondisi operasi yang rendah dengan tekanan atmosferis pada suhu 60-80°C.

Dari beberapa proses pembuatan glifosat dari N-PMIDA dan Hidrogen peroksida, proses yang dipilih adalah proses kedua berupa katalis Pd/Al₂O₃. Hal ini ditinjau dari penggunaannya yang lebih lama dibandingkan katalis lainnya dan menghasilkan selektifitas yang lebih tinggi pada proses pembuatan glifosat.

Walaupun dalam segi biayanya lebih mahal namun dengan kelebihan tersebut bisa dijadikan dasar pemilihan katalis.

1.4 TINJAUAN TERMODINAMIKA DAN KINETIKA

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Pada tinjauan termodinamika ditujukan untuk mengetahui apakah reaksi bersifat eksotermis atau endotermis dan reaksi spontan atau non spontan. Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH°_f). Penentuan reaksi spontan atau non spontan dapat dihitung dari energi bebas gibbs (ΔH°_g). Berikut adalah nilai ΔH°_f dan ΔG°_f masing-masing komponen pada suhu 298,15°K dan tekanan 1 atm:

Tabel 1.16 Harga Entalpi dan Energi Gibbs

Komponen	Harga ΔH°_f (kJ/mol)	Harga ΔG°_f (Kj/mol)
NPMIDA (C ₅ H ₁₀ NO ₇ P)	-846,84	-663,969
Hidrogen peroksida (H ₂ O ₂)	-190,75	-134,1
Glifosat (C ₃ H ₈ NO ₃ P)	-1478,36	-908,458
Karbon dioksida (CO ₂)	-393,5	-394,4
Hidrogen (H ₂)	0	0

Setelah mengetahui harga ΔH°_f dan ΔG°_f pada masing-masing komponen. Kemudian menghitung nilai entalpi dan energy gibbs keseluruhan.

Dengan rumus:

$$\Delta H^\circ (298) = \Delta H_f^\circ \text{produk} - \Delta H_f^\circ \text{reaktan}$$

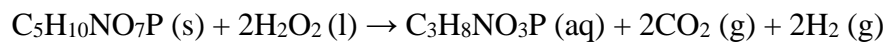
$$\Delta G^\circ (298) = \Delta G_f^\circ \text{produk} - \Delta G_f^\circ \text{reaktan} \text{ (Yaws,1999)}$$

Untuk nilai $\Delta H^{\circ}f$ dan $\Delta G^{\circ}f$ dikalikan dengan koefisien reaksi masing-masing komponen. Berikut rumus akhirnya:

$$\Delta H^{\circ} (298) = (\text{Koefisien} \times \Delta H^{\circ}f_{\text{produk}}) - (\text{Koefisien} \times \Delta H^{\circ}f_{\text{reaktan}})$$

$$\Delta G^{\circ} (298) = (\text{Koefisien} \times \Delta G^{\circ}f_{\text{produk}}) - (\text{Koefisien} \times \Delta G^{\circ}f_{\text{reaktan}})$$

Berikut reaksi yang terjadi dalam pembuatan glifosat pada suhu 298.15 K dan nilai $\Delta H^{\circ}r$ dan $\Delta G^{\circ}r$, yaitu:



$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ}f \text{ Produk} &= ((1 \times (-1478,36)) + (2 \times (-393,5)) + (2 \times (0))) \\ &= -2265,38 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ}f \text{ Reaktan} &= ((1 \times (-846,84)) + ((1 \times (-190,75))) \\ &= -1037,59 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ}r &= (-2265,38) \text{ kJ/mol} - (-1037,59) \text{ kJ/mol} \\ &= -1227,79 \text{ kJ/mol (reaksi bersifat eksotermis)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^{\circ}\text{Produk} &= ((1 \times (-908,458)) + (2 \times (-394,4)) + (2 \times (0))) \\ &= -1697,258 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^{\circ}\text{Reaktan} &= ((1 \times (-663,969)) + ((1 \times (-134,1))) \\ &= -798,069 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^{\circ}\text{Reaksi} &= (-1697,258) \text{ kJ/mol} - (-798,069) \text{ kJ/mol} \\ &= -899,189 \text{ kJ/mol (reaksi spontan)} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas nilai $\Delta G^{\circ}\text{Reaksi}$ pada suhu 298 K adalah negatif maka reaktan akan berubah menjadi produk secara spontan.

Berdasarkan persamaan 15.14 dari (Van Ness et al., 1997), maka:

$$\ln K_1 = \frac{\Delta G^\circ R 298K}{T.R}$$

$$\ln K_1 = \frac{-899,189 \text{ kJ/mol}}{298 \times 0,008314 \text{ kJ/mol}}$$

$$\ln K_1 = 362,749$$

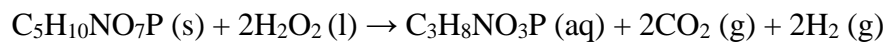
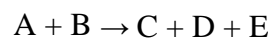
$$K_1 = 2,559$$

Dengan melihat nilai $K_1 = 2,559$ yang menunjukkan berarti nilai $K > 1$ maka pada reaksi kesetimbangan cenderung ke arah produk, konsentrasi produk lebih besar dari konsentrasi reaktan pada kesetimbangan. Sehingga reaksi pada proses pembentukan glifosat dari NPMIDA dan hidrogen peroksida adalah satu arah.

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan glifosat ($C_3H_8NO_3P$) merupakan reaksi orde dua.

Berikut persamaan reaksi glifosat sebagai berikut:



$$r = k [\text{Reaktan}] \text{ Orde}$$

$$r = k Ca^1. Cb^1$$

Berdasarkan hasil pencarian literatur, diperoleh data kinetika untuk proses pembentukan glifosat dari NPMIDA dan hidrogen peroksida sebagai berikut:

$$k_1 = 0,01497 \text{ (L/mol.menit)}$$

(sumber: Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 3, No. 2, 2009, UGM)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Dalam proses perancangan, kualitas produk harus sesuai dengan spesifikasi dan target yang telah ditentukan. Dalam pembentukan glifosat dapat dirancang berdasarkan variabel-variabel utama yaitu spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku atau bahan pendukung, serta pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Glifosat

Rumus molekul	: $C_3H_8NO_5P$
Berat molekul	: 169,07 gram/mol
Titik lebur	: 184,5°C
Densitas	: 1,704 (20°C)
Kemurnian	: 97%
Wujud	: Kristal berwarna putih
Sifat bahaya produk	: Menyebabkan iritasi mata yang parah dan bersifat korosif atau merusak jaringan mata, menyebabkan iritasi kulit jika dalam jangka waktu yang lama, Jika terhirup dapat menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru.

Sumber: MSDS Glifosat

2.1.2 Karbon Dioksida

Rumus molekul	: CO ₂
Berat molekul	: 44 gram/mol
Titik lebur	: -78,5°C
Titik didih	: -56,6°C
Suhu kritis	: 30°C
Tekanan uap (20°C)	: 57,3 bar
Densitas relatif, cair (air =1)	: 0,82
Densitas relatif, gas (udara =1)	: 1,52
Kelarutan dalam air	: 179,7 cc/100 gram air pada suhu 0°C 90,1 cc/100 gram air pada suhu 20°C
Wujud	: Cair
Sifat bahaya produk	: Berisi gas di bawah tekanan, dapat meledak jika dipanaskan, dapat menggantikan oksigen dan menyebabkan mati lemas dengan cepat. Dapat meningkatkan pernapasan dan detak jantung.

Sumber: MSDS CO₂

2.1.3 Hidrogen

Rumus molekul	: H ₂
---------------	------------------

Berat molekul	: 2,02 gram/mol
Titik lebur	: -259,15°C
Titik didih	: -253°C
Titik kritis	: -240,15°C
Densitas uap	: 0,07 (udara =1)
Densitas gas	: 0,083 lb/ft ³
Wujud	: Gas
Sifat bahaya produk	: Sangat mudah terbakar apabila tersulut oleh panas, percikan api, atau nyala api. Mudah meledak dengan campuran udara, dan wadah bisa meledak saat dipanaskan.

Sumber: MSDS H₂

2.1.4 Oksigen

Rumus molekul	: O ₂
Berat molekul	: 15,99 gram/mol
Titik lebur	: -218,4 °C
Titik didih	: -183°C
Titik kritis	: -118,15°C
Densitas uap	: 1,1 (udara =1)
Densitas gas	: 0,083 lb/ft ³
Wujud	: Gas
Sifat bahaya produk	: Dapat menyebabkan atau meningkatkan

kebakaran, pengoksidasi, dan berisi gas di bawah tekanan yang dapat meledak jika dipanaskan.

Sumber : MSDS O₂

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1 N-PMIDA (*Neophosponomethyl Iminodiacetic Acid*)

Rumus molekul	: C ₅ H ₁₀ NO ₇ P
Berat molekul	: 227 gram/mol
Titik lebur	: 215°C
Densitas	: 1,722 gram/ml
Kelarutan	: 1,01 gram/100 ml
Kemurnian	: 95%
Impurities	: 5% air
Wujud	: Padat
Sifat bahaya produk	: Menyebabkan kerusakan mata yang serius dan dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan.

Sumber: MSDS NPMIDA

2.2.2 Hidrogen Peroksida

Rumus molekul	: H ₂ O ₂
Berat molekul	: 34 gram/mol
Titik didih	: 114°C pada larutan 50%

Titik leleh	: -0,43°C pada larutan 50%
Densitas	: 1,135 gram/ml
Kemurnian	: 30%
Impurities	: 70% air
Wujud	: Cair
Sifat bahaya produk	: Menyebabkan kerusakan mata yang serius dan berbahaya jika tertelan atau terhirup.

Sumber: MSDS H₂O₂

2.2.3 Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18 gram/mol
Titik didih	: 100°C
Titik beku	: 0°C
Densitas	: 1 gram/ml
Titik kritis	: 374,13°K
Viskositas	: 0,553 Cp pada suhu 30°C
Wujud	: Cair

Sumber: Wikipedia H₂O

2.3 Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas

bahan baku yang diperoleh. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Evaluasi yang digunakan yaitu standart yang hampir sama dengan standart Amerika yaitu ASTM 1972.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan sehingga bebas dari kerusakan, hal ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dilakukan selama proses berlangsung dengan pengawasan didalam *control room* terhadap alat kontrol, maupun analisa di laboratorium atau *Quality Control (QC)*. Alat sistem kontrol antara lain *Temperatur Control (TC)*, *Flow Control (FC)*, *Level Control (LC)*, dan *Ratio Control (RC)*, Aliran sistem kontrol pada proses produksi antara lain:

- a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan)

Merupakan aliran yang digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*. Contohnya: (\neq)

- b. Aliran elektrik (aliran listrik)

Merupakan aliran yang digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*. Contohnya: (----)

- c. Aliran mekanik (aliran gerakan atau perpindahan *Level*)

Merupakan aliran yang digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.3.3 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau diset baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau set semula baik secara manual atau otomatis. Beberapa alat kontrol yang di jalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat kontrol yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

1. *Level Control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan muncul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

2. *Flow Rate*

Merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

3. *Temperature Control*

Umumnya *temperature control* mempunyai set point / batasan nilai suhu yang kita masukan kedalam parameter didalamnya. Ketika nilai suhu benda (nilai aktual) yang diukur melebihi *set point* beberapa derajat maka alarm

peringatan akan aktif sehingga akan diambil tindakan membuka tutup *valve* air pendingin.

4. *Pressure Control*

Merupakan alat yang dipasang untuk mengatur tekanan yang diperlukan selama proses juga untuk memberi sinyal jika terjadi perubahan tekanan yang signifikan. Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

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

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

d. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

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

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

e. Pengendalian Kualitas Bahan Pendukung

Untuk proses pembuatan herbisida glifosat di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisisnya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

f. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi herbisida glifosat.

g. Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).

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

2.3.4 Pengendalian Kuantitas

Pengendalian kuantitas dari produksi pembuatan herbisida glifosat juga menjadi pertimbangan. Seperti pengendalian bahan baku dan produk, kontrol kuantitas menggunakan standar yang memfasilitasi perbandingan hasil yang diharapkan dengan hasil sebenarnya. Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku perbaikan alat terlalu lama dan

lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

2.3.5 Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Maka dari itu pengendalian waktu dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung. Hal ini di kontrol pada ruang *control room* yang menilai bahan sudah siap dialirkan ke alat selanjutnya dengan membuka tutup *flow rate*.

2.3.6 Pengendalian Bahan Proses

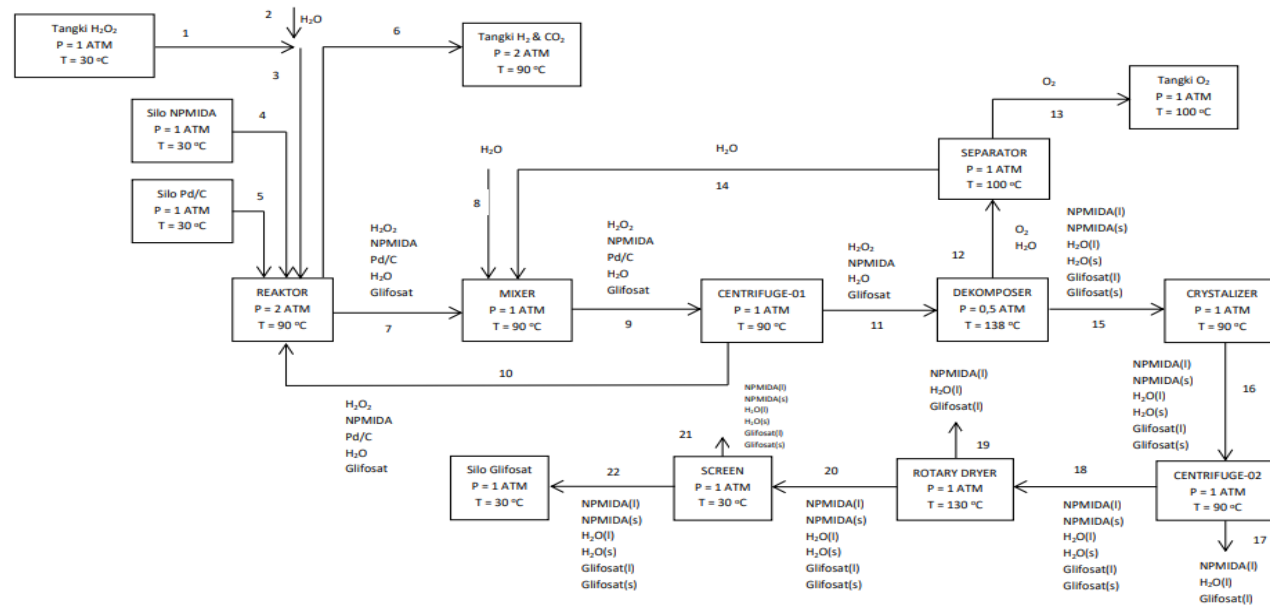
Untuk mencapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan. Menentukan jumlah stock bahan baku yang ada yang digunakan agar tetap ada sampai waktu yang ditentukan. Serta menjaga agar bahan baku tidak terjadi kerusakan maupun memesan bahan yang sudah sesuai dengan kriteria, karena hal ini akan menurunkan tingkat kualitas dan mutu dari produk.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

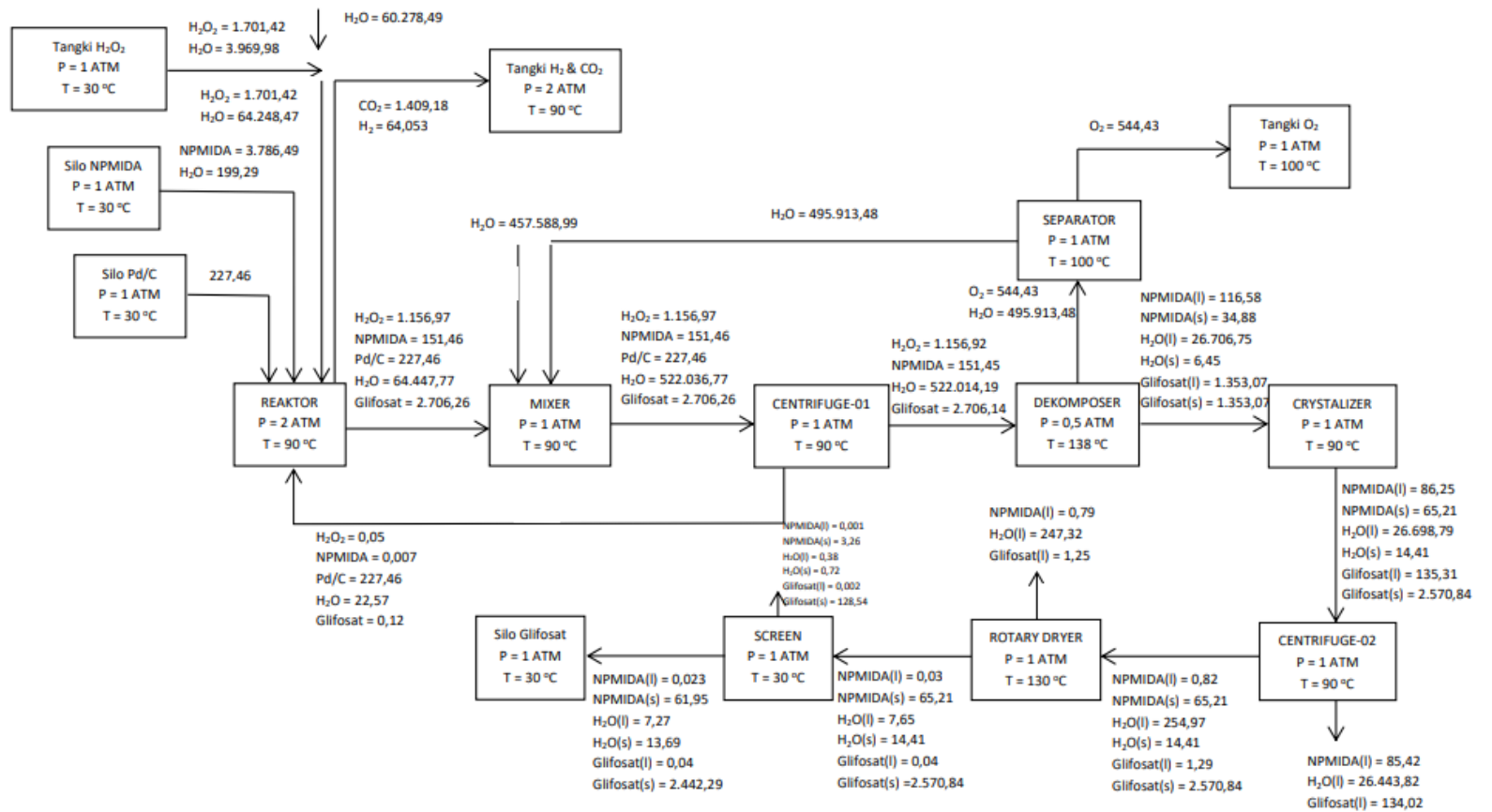
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Pada proses pembuatan glifosat dengan menggunakan bahan baku NPMIDA dan H_2O_2 (Hidrogen Peroksida) serta katalis yang digunakan pada reaksi ini adalah palladium (Pd/C). Terdapat beberapa tahap untuk proses pembuatan glifosat yaitu sebagai berikut:

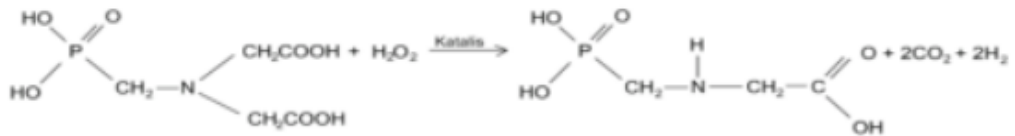
1. Tahap Persiapan Bahan Baku

NPMIDA dan H_2O_2 disimpan dalam silo dan tangki masing-masing dalam fase padat dan cair. Kondisi penyimpanan masing-masing pada suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm. Selanjutnya, NPMIDA diumpankan ke dalam reaktor menggunakan *srew conveyor*, sedangkan H_2O_2 dan H_2O masing-masing tekanannya dinaikkan 2 atm menggunakan pompa yang akan menuju ke HE-01 untuk diubah suhunya dari $30^\circ C$ menjadi $90^\circ C$ lalu diumpankan menuju ke reaktor.

2. Tahap Reaksi

Setelah semua bahan baku dan katalis diumpankan ke dalam reaktor untuk direaksikan pada suhu $90^\circ C$ dan tekanan 2 atm. Reaksi berlangsung secara eksotermis dan *non-isothermal*, dimana yang memanfaatkan panas dari reaksi dengan menaikkan suhu pada umpan yang dimasukkan ke dalam reaktor. Selain umpan campuran, katalis palladium dimasukkan ke dalam reaktor. Pada reaksi untuk mendapatkan hasil yang terbaik digunakan perbandingan sebesar 3 mol hidrogen peroksida untuk setiap mol NPMIDA dengan konversi NPMIDA sebesar 97% (US 3950402). Selain itu, jumlah katalis palladium yang digunakan sebanyak

0,1 sampai 10 berat NPMIDA yang ada (US 5043475). Persamaan reaksinya sebagai berikut:



Gambar 3.3 Reaksi Glifosat

Pada proses reaksi ini, diperoleh produk utama berupa glifosat untuk diumpankan ke dalam *mixer* dan produk samping yaitu berupa CO₂ dan H₂ yang keluar di bagian atas reaktor. Selain produk-produk tersebut, terdapat katalis Pd/C yang ikut keluar bersamaan dengan glifosat yang dipisahkan menggunakan *centrifuge*.

3. Tahap Pemisahan Katalis

Larutan glifosat keluaran reaktor tersebut diumpankan ke *mixer* terlebih dahulu, dikarenakan keluarannya masih berupa *slurry* sehingga sulit untuk memisahkan katalis dari campuran larutan glifosat, maka dibutuhkan *mixer* dengan penambahan air proses yang cukup banyak untuk melarutkan NPMIDA dan glifosat yang konsentrasi kelarutannya sangat kecil. Setelah semuanya terlarut dengan baik di dalam *mixer* yang dimana fasanya cair lalu diumpankan ke dalam *centrifuge* untuk memisahkan larutan dari katalisnya. Dari pemisahan ini, glifosat akan diumpankan ke dalam dekomposer untuk rangkaian proses penguraian H₂O₂ sedangkan katalis Pd/C akan dikembalikan ke reaktor untuk dimanfaatkan kembali

dalam reaksi.

4. Tahap Menguraikan H₂O₂

Dari pemisahan ini, glifosat akan diumpankan ke dalam dekomposer, yang tujuannya untuk memisahkan senyawa H₂O₂ dengan cara menguraikan H₂O₂ menjadi H₂O dan O₂. Cara menguraikan H₂O₂ yaitu dengan menurunkan tekanan dan menurunkan suhu pada saat reaksi, karena dekomposisi H₂O₂ terjadi pada suhu 150°C dan tekanan 1 atm (dengan catatan apabila suhunya di 150°C berisiko akan terjadinya ledakan). Maka dari itu, untuk menjaga keamanan digunakan suhu 138°C dengan tekanan 0,5 atm.

Pada proses penguraian ini, diperoleh produk atas berupa H₂O dan O₂ yang akan diumpankan ke dalam *condenser* (CD) dan produk bawah yaitu berupa glifosat yang beberapa sudah terbentuk kristal dan sebagiannya masih berupa *slurry* yang akan diumpankan ke dalam *crystalizer* (CRY) untuk proses pengkristalan sesuai spesifikasi yang diinginkan. Setelah H₂O₂ terurai dengan baik menjadi H₂O dan O₂ akan diumpankan ke dalam *condenser* (CD) untuk proses pengembunan sebelum dipisahkan antara H₂O dan O₂ menggunakan Separator (SP). Dimana H₂O akan di *recycle* kembali ke dalam *mixer*, sedangkan O₂ disimpan ke dalam tangki sebagai produk samping.

5. Tahap Pembentukan Kristal Glifosat

Setelah melalui proses pemisahan, untuk tahap selanjutnya glifosat akan dikristalkan. Glifosat akan dipompa masuk ke dalam *crystalizer* (CRY) untuk dikristalkan. Kristal yang dihasilkan tersebut masih mengandung sedikit air sehingga perlu dipisahkan menggunakan *centrifuge* dan *rotary dryer*. Tujuan menggunakan alat tersebut untuk menghasilkan produk sesuai spesifikasi yang diharapkan, maka dilakukan proses pengayakan (*screening*) pada kristal hasil pemisahan di *rotary dryer*. Kristal glifosat yang diinginkan adalah berukuran - 20+32 *mesh*.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Reaktor (R-01)

Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor

Parameter	R-01
Fungsi	Mereaksikan NPMIDA (<i>N(Phosphonomethyl)iminodiacetic acid</i>) dan hidrogen peroksida untuk membentuk glifosat dengan laju umpan sebanyak 2525,25 kg/jam.
Kondisi Operasi:	
- Suhu	90°C
- Tekanan	2 atm
Jenis Reaktor	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Bentuk	<i>Silinder vertikal dengan head and bottom berbentuk</i>

Parameter	R-01
	<i>torispherical</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-53 grade B</i>
Jumlah	2 unit
Dimensi Reaktor	
- Diameter shell	5,46 m
- Tinggi	7,97 m
- Tebal shell	0,19 in
- Tebal head	1,50 in
Dimensi Pengaduk	
- Jenis	<i>Turbine with 6 Flat Blades</i>
- Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-53 grade B</i>
- Diameter	1,82 m
- Tinggi	0,36 m
- Jarak dari dasar	1,82 m
- Jumlah pengaduk	1 buah
- Power pengaduk	30 Hp
Dimensi <i>Baffle</i>	
- Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-53 grade B</i>

Parameter	R-01
- Lebar <i>Baffle</i>	0,46 m
- Jumlah <i>Baffle</i>	4 buah
Dimensi Jacket Pendingin	
- Bahan jaket	<i>Carbon Steel</i>
- Diameter dalam jaket	5,47 m
- Diameter luar jaket	5,73 m
- Tinggi	5,46 m
- Beban pendingin	74.471,62 kJ/Jam
- Tebal jaket	3 in
- Luas selubung reaktor	93,67 m ²
Harga	US \$ 220.200 x 2 = US \$ 440.400

3.3.2 Alat Pendukung dan Pemisah

a. Mixer (M-01)

Tabel 3.2 Spesifikasi Mixer

Parameter	M-01
Fungsi	Melarutkan NPMIDA dan glifosat dari Reaktor (R-01) sebelum difiltrat ke dalam centrifuge.

Parameter	M-01
Kondisi Operasi:	
- Suhu	90°C
- Tekanan	1 atm
Jenis Reaktor	Tangki Pencampur Berpengaduk
Material	<i>Carbon Steel SA-53 Grade B</i>
Jumlah	8 unit
Dimensi Alat	
- Diameter	5,53 m
- Tinggi	7,61 m
- Tebal shell	0,31 in
- Tebal head	0,31 in
- Volume	113,70 m ³
- Tebal isolasi	0,42 in
Dimensi Pengaduk	
- Jenis	<i>Turbine with 6 Flat Blades</i>
- Diameter	1,93 m
- Lebar pengaduk	0,48 m
- Lebar <i>baffle</i>	0,33 m

Parameter	M-01
- Jarak pengaduk	2,50 m
- Jumlah pengaduk	1 buah
- kecepatan pengaduk	62,31 rpm
- Power pengadukan	125 Hp
Harga	US \$ 621.700 x 8 = US \$ 4.973.600

b. Centrifuge (CF-01)

Tabel 3.3 Spesifikasi *Centrifuge*

Parameter	CF-01
Fungsi	Memisahkan katalis padatan (Pd/C) dari larutan hasil keluaran yang keluar dari Mixer (M-01) sebelum diumpankan ke Dekomposer (D-01).
Kondisi Operasi:	
- Suhu	90°C
- Tekanan	1 atm
Jenis	<i>Continous Filtering Centrifuge</i>
Material	<i>Carbon Steel SA-53 Grade B</i>
Jumlah	1 unit

Parameter	CF-01
Dimensi Alat	
- Diameter <i>bowl</i>	16 in
- Panjang <i>bowl</i>	32 in
- Kecepatan Putar	6.250 rpm
- Daya motor	40 Hp
- Tebal isolasi	1,97 in
Harga	US \$ 47.200

c. Decomposer (DC)

Tabel 3.4 Spesifikasi *Decomposer*

Parameter	DC
Fungsi	Untuk menguraikan H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 , serta menguapkan H_2O .
Kondisi Operasi:	
- Suhu	138°C
- Tekanan	0,5 atm
Jenis	<i>Long Tube Vertical Evaporator, Natural Circulation evaporator</i>

Parameter	DC
Material	<i>Carbon Steel SA-53 Grade B</i>
Jumlah	1 unit
Dimensi Alat	
- Tebal shell	16 in
- ID	25 in
- Baffle Space	1
- Tinggi Head	1,97 in
Dimensi tube:	
- ID	1,37 in
- OD	1,5 in
- Panjang	24 in
- Tinggi total	5,45 meter
Harga	US \$ 140.672,52

d. Separator (SP)

Tabel 3.5 Spesifikasi Separator

Parameter	SP
Fungsi	Memisahkan antara gas O ₂ dan H ₂ O dari hasil

Parameter	SP
	<i>Decomposer (DC)</i> , sebelum H ₂ O <i>direcycle</i> ke dalam <i>Mixer (M-01)</i> .
Kondisi Operasi:	
- Suhu	100°C
- Tekanan	1 atm
Jenis	Silinder vertikal dengan alas dan tutup <i>torispherical dished heads</i>
Material	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit
Dimensi Alat	
- Diameter	77,89 in
- Tinggi	18,55 m
- Tebal shell	0,25 in
- Tebal Head	0,25 in
- Tebal isolasi	0,13 in
Harga	US \$ 19.600

e. Condensor Parsial (CDP)

Tabel 3.6 Spesifikasi *Condensor Parsial*

Parameter	CDP
Fungsi	Untuk mengembunkan uap gas H ₂ O menjadi cair keluaran dari <i>Decomposer</i> (DC).
Jenis	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Fluida Panas	H ₂ O dan O ₂
Fluida Dingin	H ₂ O pendingin
Jenis Bahan	<i>Carbon Steel</i>
Kondisi Operasi:	
Fluida Dingin	
- Suhu masuk	30 °C
- Suhu keluar	40 °C
Fluida Panas	
- Suhu masuk	138 °C
- Suhu keluar	100 °C
- Tekanan	1 atm
Jumlah	1 unit
Spesifikasi	
Sisi <i>Shell Side</i> (Fluida Dingin)	

Parameter	CDP
- ID	17,25 in
- <i>Pitch</i>	1
- <i>Baffle</i>	5,18 in
- <i>Pressure Drop</i>	5,42 psi
<i>Sisi Tube Side (Fluida Panas)</i>	
- OD	0,75 in
- ID	0,65 in
- BWG	18
- L (<i>Length</i>)	288 in
- Nt	1.857,17 buah
<i>Pressure Drop</i>	0,94 psi
Luas Transfer Panas (A)	5.832,99 ft ²
Uc	61,96 Btu/hr.ft ² .F
Ud	52,13 Btu/hr.ft ² .F
<i>Rd Calculated</i>	0,003
Harga	US \$ 111.500

f. *Crystalizer (CRY)*

Tabel 3.7 Spesifikasi *Crystalizer*

Parameter	CRY
Fungsi	Membentuk kristal-kristal glifosat.
Kondisi Operasi:	
- Suhu	90°C
- Tekanan	1 atm
Jenis	<i>Forced Circulation Crystalizer</i>
Material	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit
Dimensi Alat	
- Diameter	1 m
- Panjang	45,52 m
- Volume	35,73 m ³
- Tebal jaket	0,64 in
- Putaran pengaduk	5 rpm
- Daya motor	40 Hp
- Tebal isolasi	1,97 in
Harga	US \$ 182.800

g. Centrifuge (CF-02)

Tabel 3.8 Spesifikasi *Centrifuge*

Parameter	CF-02
Fungsi	Memisahkan produk glifosat dari larutan hasil keluaran <i>Crystalizer (CRY)</i> sebelum diumpankan ke <i>Rotary Dryer (RD)</i> .
Kondisi Operasi:	
- Suhu	90°C
- Tekanan	1 atm
Jenis	<i>Continous Filtering Centrifuge</i>
Material	<i>Carbon Steel SA-53 Grade B</i>
Jumlah	1 unit
Dimensi Alat	
- Diameter <i>bowl</i>	10 in
- Panjang <i>bowl</i>	20 in
- Kecepatan Putar	10.000 rpm
- Daya motor	20 Hp
- Tebal isolasi	2,82 in
Harga	US \$ 27.200

h. Rotary Dryer (RD)

Tabel 3.9 Spesifikasi *Rotary Dryer*

Parameter	RD
Fungsi	Mengurangi kadar air dalam padatan glifosat dari kadar air
Kondisi Operasi:	
- Suhu	130°C
- Tekanan	1 atm
Jenis	Direct contact rotary dryer, counter current
Material	<i>Carbon Steel SA-53 Grade B</i>
Jumlah	1 unit
Spesifikasi Alat	
- Diameter	2,54 m
- Panjang	20,22 m
- Luas	22,22 m ²
- Volume	112,39 m ³
- Daya motor	21 Hp
Harga	\$ 250.730

i. *Vibrating Screen (VS)*

Tabel 3.10 Spesifikasi *Vibrating Screen*

Parameter	VS
Fungsi	Mengayak bahan baku yang keluar dari <i>Rotary Dryer</i> (RD-01) dan meyeragamkan ukuran bahan baku sebesar -20+32 <i>mesh</i> .
Kondisi Operasi:	
- Suhu	30°C
- Tekanan	1 atm
Jenis	<i>Horizontal Vibrating Screen</i>
Material	<i>Carbon Steel</i>
Jumlah	1 unit
Dimensi Alat	
- Luas screener	1,79 m ²
- Panjang	1,89 m
- Lebar	0,95 m
- Power	5,5 kW
Harga	US \$ 12.900

3.3.3 Tangki Penyimpanan

Tabel 3.11 Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Parameter	T-01	T-02	T-03
Fungsi	Menyimpan bahan baku hidrogen peroksida (H ₂ O ₂)	Menyimpan hidrogen dan karbon dioksida (H ₂ dan CO ₂)	Menyimpan produk samping oksigen (O ₂)
Jenis	<i>Vertical Tank Flat Bottom</i>	<i>Horizontal Tank, Head and Bottom Torispherical</i>	<i>Horizontal Tank, Head and Bottom Torispherical</i>
Kondisi Operasi			
- Suhu	30 °C	90 °C	100 °C
- Tekanan	1 atm	3 atm	2 atm
Kapasitas	952.795,78 Kg	247.502,72 Kg	91.464,44 Kg
Waktu Tinggal	7 hari	7 hari	7 hari
Jenis Head	<i>Conical Roof</i>	<i>Thorispherical Roof and bottom</i>	<i>Thorispherical Roof and bottom</i>

Parameter	T-01	T-02	T-03
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit
Dimensi:			
- Tinggi	8,99 m	5,42 m	3,62 m
- Diameter	7,62 m	4,57 m	3,05 m
- Tebal Shell			
<i>Course 1</i>	0,25 in	0,25 in	0,25 in
<i>Course 2</i>	0,19 in	0,19 in	0,19 in
<i>Course 3</i>	0,19 in	0,19 in	-
<i>Course 4</i>	0,19 in	-	-
<i>Course 5</i>	0,19 in	-	-
- Tebal Bottom	0,03 m	0,03 m	0,01 m
- Tebal Roof			

Parameter	T-01	T-02	T-03
	0,03 m	0,02 m	0,01 m
Harga	US \$ 90.100	US \$ 40.500	US \$ 20.200

Tabel 3.11 Penyimpanan Bahan Baku dan Produk (lanjutan)

Parameter	SL-01	SL-02	SL-03	SL-04
Fungsi	Menyimpan bahan baku NPMIDA ($C_5H_{10}NO_7P$)	Menyimpan katalis Pd/C	Menyimpan produk <i>undersize</i> glifosat ($C_3H_8NO_5P$)	Menyimpan produk <i>oversize</i> glifosat ($C_3H_8NO_5P$)
Jenis	<i>Vertical Tank Flat Head</i>	<i>Vertical Tank Flat Head</i>	<i>Vertical Tank Flat Head</i>	<i>Vertical Tank Flat Head</i>
Kondisi Operasi - Suhu	30 °C	30 °C	30 °C (diatur dengan kelembapan udara)	30 °C (diatur dengan kelembapan udara)

Parameter	SL-01	SL-02	SL-03	SL-04
- Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Kapasitas	2.726.276,99 Kg	163.773,15 Kg	181.818,18 Kg	9.569,38 Kg
Waktu Tinggal	1 bulan	1 bulan	3 hari	3 hari
Jenis Head	<i>Flat Head</i>	<i>Flat Head</i>	<i>Flat Head</i>	<i>Flat Head</i>
Jenis Bottom	<i>Conical Bottom</i>	<i>Conical Bottom</i>	<i>Conical Bottom</i>	<i>Conical Bottom</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-167 Grade11 type 316</i>	<i>Carbon Steel SA- 167 Grade11 type 316</i>	<i>Carbon Steel SA-167 Grade11 type 316</i>	<i>Carbon Steel SA-167 Grade11 type 316</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Dimensi: - Tinggi	28,9 m	8,21 m	12,69 m	4,76 m

Parameter	SL-01	SL-02	SL-03	SL-04
- Diameter	11,56 m	3,28 m	5,08 m	1,90 m
	0,01 m	0,006 m	0.006 m	0,005 m
- Tebal Shell	0,01 m	0,008 m	0.010 m	0,006 m
- Tebal Roof				
Harga	US \$ 52.600	US \$ 20.200	US \$ 47.200	US \$ 7.000

3.3.4 Pompa (P)

Tabel 3.12 Spesifikasi Pompa

Parameter	P-01	P-02	P-03	PV
Fungsi	Menaikkan tekanan H ₂ O ₂ menuju HE-01 dari T-01	Menaikkan tekanan H ₂ O menuju HE-01 dari utilitas	Mengalirkan larutan glifosat menuju CF-01 dari M-01	Menaikkan tekanan dari DC menuju CD
Jenis	<i>Single Stage</i>	<i>Single Stage</i>	<i>Single Stage</i>	<i>Single Stage</i>

Parameter	P-01	P-02	P-03	PV
	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Reciprocating Pump</i>
Kapasitas	6,25 gpm	332,89 gpm	2.873,37 gpm	1.251,06 gpm
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Stainles Steel SA-167 Type 316</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Stainles Steel SA-167 Type 316</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kondisi Operasi:				
- Suhu	30 °C	30 °C	90 °C	138 °C
- Tekanan masuk	1 atm	1 atm	1 atm	0,5 atm
- Tekanan keluar	2 atm	2 atm	1 atm	1 atm
Dimensi:				
- ID	1,38 in	6.07 in	15,25 in	12,09 in
- OD	1,66 in	6.63 in	16,00 in	12,75 in
- IPS				

Parameter	P-01	P-02	P-03	PV
- Flow area	1,25 in 1,50 in ²	6,00 in 28,90 in ²	16,00 in 183,00 in ²	12,00 in 115,00 in ²
Kecepatan Aliran	1,34 ft/s	3,70 ft/s	5,04 ft/s	3,49 ft/s
Power Pompa	0,12 kW	2,83 kW	20,35 kW	7,39 kW
Power Motor	0,19 kW	3,73 kW	29,83 kW	10,00 kW
Harga	US \$ 4.000	US \$ 4.500	US \$ 30.000	US \$ 10.300

Tabel 3.12 Spesifikasi Pompa (lanjutan)

Parameter	P-04	P-05	P-06
Fungsi	Mengalirkan fluida dari CD menuju SP	Mengalirkan <i>recycle</i> H ₂ O menuju M-01 dari CL	Menaikkan tekanan <i>slurry</i> yang terbentuk dari DC menuju CRY
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Dinamic Pump</i>

Parameter	P-04	P-05	P-06
Kapasitas	1.251,06 gpm	2.442,03 gpm	153,56 gpm
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Stainles Steel SA-167 Type 316</i>
Kondisi Operasi:			
- Suhu	100 °C	90 °C	90 °C
- Tekanan masuk	1 atm	1 atm	0,5 atm
- Tekanan keluar	1 atm	1 atm	1 atm
Dimensi:			
- ID	12,09 in	15,25 in	6,07 in
- OD	12,75 in	16,00 in	6,63 in
- IPS	12,00 in	16,00 in	6,00 in
- Flow area	115,00 in ²	183,00 in ²	29,90 in ²

Parameter	P-04	P-05	P-06
Kecepatan Aliran	3,49 ft/s	4,28 ft/s	5,04 ft/s
Power Pompa	7,39 kW	10,04 kW	1.14 kW
Power Motor	10,00 kW	14,91 kW	1,49 kW
Harga	US \$ 10.300	US \$ 22.200	US \$ 4.700

3.3.5 Expansion Valve (EX)

Tabel 3.13 Spesifikasi *Expansion Valve*

Parameter	EX-01	EX-02
Fungsi	Menurunkan tekanan larutan glifosat keluaran R-01 menuju M-01	Menurunkan tekanan larutan glifosat keluaran CF-01 menuju DC
Jenis	<i>Globe Valve Wide Open</i>	<i>Globe Valve Wide Open</i>
Kapasitas	68.689,92 kg/jam	526.028,705 kg/jam

Parameter	EX-01	EX-02
Jumlah	1 unit	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Stainles Steel SA-167 Type 316</i>	<i>Stainles Steel SA-167 Type 316</i>
Kondisi Operasi:		
- Suhu	90 °C	90 °C
- Tekanan masuk	2 atm	1 atm
- Tekanan keluar	1 atm	0,5 atm
Dimensi:		
- ID	4,03 in	12,09 in
- OD	4,50 in	12,75 in
- Le (Panjang Ekivalen)	0,69 m	2,13 m
- Flow area	0,09 ft ²	0,80 ft ²
Harga	US \$ 4.100	US \$ 13.000

3.3.6 Compressor (K)

Tabel 3.14 Spesifikasi *Compressor*

Parameter	K-01	K-02
Fungsi	Mengalirkan gas CO ₂ dan H ₂ menuju T-02 dari R-01	Mengalirkan gas O ₂ menuju T-03 dari SP
Jenis	<i>Centrifugal multistage</i>	<i>Centrifugal multistage</i>
Kapasitas	1.473,230 kg/jam	544,43 kg/jam
Jumlah	1 unit	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Kondisi Operasi:		
- Suhu Masuk	90 °C	100 °C
- Suhu Keluar	90 °C	100 °C

Parameter	K-01	K-02
- Tekanan Masuk	2 atm	1 atm
- Tekanan Keluar	3 atm	2 atm
Jumlah Stage	1	1
Power	0,72 kW	0 kW
Harga	US \$ 53.500	US \$ 53.500

3.3.7 Belt Conveyor (BC)

Tabel 3.15 Spesifikasi *Belt Conveyor*

Parameter	BC-01	BC-02
Fungsi	Mengangkut padatan glifosat dari CF-02 menuju RD	Mengangkut padatan glifosat dari RD menuju VS
Jenis	<i>Belt conveyor, continuous, closed</i>	<i>Belt conveyor, continuous, closed</i>
Kapasitas	3,49 ton/jam	3,19 ton/jam

Jumlah	1 unit	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Kondisi Operasi:		
- Suhu	90 °C	90 °C
- Tekanan	1 atm	1 atm
Kemiringan	20°	20°
Panjang	10,48 ft	10,48 ft
Lebar	14 in	14 in
Kecepatan	10,90 ft/m	9,97 ft/m
Power	0,5 Hp	0,67 Hp
Harga	US \$ 6.400	US \$ 6.400

3.3.8 Screw Conveyor (SC)

Tabel 3.16 Spesifikasi *Screw Conveyor*

Parameter	SC-01	SC-02	SC-03
Fungsi	Mengangkut bahan baku NPMIDA dari SL-01 menuju R-01	Mengangkut katalis Pd/C dari SL-02 menuju R-01	Mengangkut <i>recycle</i> katalis Pd/C dari CF-01 menuju BE-01
Fasa	Padat	Padat	<i>Slurry</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit
Jenis	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Kondisi Operasi:			
- Suhu	30 °C	30 °C	90 °C
- Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
- Kapasitas	4.543,79 kg/jam	272,96 kg/jam	250,21 kg/jam

Parameter	SC-01	SC-02	SC-03
Panjang	15 ft	15 ft	15 ft
Diameter Screw	9 in	9 in	9 in
Diameter Pipa	2,5 in	2,5 in	2,5 in
Diameter Bagian Umpan	6 in	6 in	6 in
Kecepatan	40 rpm	40 rpm	40 rpm
Power motor	0,43 Hp	0,43 Hp	0,43 Hp
Harga	US \$ 3.800	US \$ 3.800	US \$ 3.800

Tabel 3.16 Lanjutan Spesifikasi *Screw Conveyor (SC)*

Parameter	SC-04	SC-05	SC-06
Fungsi	Mengangkut <i>slurry</i> glifosat dari CRY menuju CF-02	Mengangkut produk glifosat dari VS menuju	Mengangkut sisa produk glifosat dari VS menuju BE-03

Parameter	SC-04	SC-05	SC-06
		BE-02	
Fasa	<i>Slurry</i>	Padat	Padat
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit
Jenis	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Kondisi Operasi:			
- Suhu	90 °C	30 °C	30 °C
- Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
- Kapasitas	29.570,79 kg/jam	2.525,25 kg/jam	132,91 kg/jam
Panjang	15 ft	15 ft	15 ft
Diameter Screw	16 in	9 in	9 in
Diameter Pipa	3,5 in	2,5 in	2,5 in

Parameter	SC-04	SC-05	SC-06
Diameter Bagian Umpan	14 in	6 in	6 in
Kecepatan	50 rpm	40 rpm	40 rpm
Power motor	3 Hp	0,43 Hp	0,43 Hp
Harga	US \$ 6.500	US \$ 3.800	US \$ 3.800

3.3.9 *Bucket Elevator (BE)*

Tabel 3.17 Spesifikasi *Bucket Elevator*

Parameter	BE-01	BE-02	BE-03	BE-04
Fungsi	Mengangkut recycle katalis Pd/C dari SC-03 menuju R-01	Mengangkut glifosat dari BC-01 menuju Rotary Dryer (RD)	Mengangkut produk glifosat dari SC-05 menuju silo penyimpanan (SL-03)	Mengangkut sisa produk glifosat dari SC-06 menuju silo penyimpanan (SL-

Parameter	BE-01	BE-02	BE-03	BE-04
				04)
Jenis	<i>Continous-discharge Bucket Elevator</i>	<i>Continous-discharge Bucket Elevator</i>	<i>Continous-discharge Bucket Elevator</i>	<i>Continous-discharge Bucket Elevator</i>
Kapasitas	0,25 ton/jam	2,91 ton/jam	2,53 ton/jam	0,25 ton/jam
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Dimensi:				
- Panjang	6 in	6 in	6 in	6 in
- Lebar	4,25 in	4,25 in	4,25 in	4,25 in
- Tinggi	8,00 m	8,00 m	15,00 m	8,00 m
- Rpm <i>Shaf</i>	0,77 rpm	8,93 rpm	7,76 rpm	0,77 rpm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>

Parameter	BE-01	BE-02	BE-03	BE-04
Kecepatan	4,02 ft/min	46,73 ft/min	40,58 ft/min	4,02 ft/min
Power Motor	0,05 Hp	0,13 Hp	0,25 Hp	0,05 Hp
Harga	US \$ 11.000	US \$ 11.000	US \$ 15.300	US \$ 11.000

3.3.10 Alat Penukar Panas

Tabel 3.18 Spesifikasi Alat Penukar Panas

Parameter	HE-01	CL
Fungsi	Menaikkan temperatur keluaran Tangki H ₂ O ₂ (T-01) dan H ₂ O menuju R-01 dari suhu 30 °C menjadi 90°C	Menurunkan temperatur keluaran SP menuju P-06 dari suhu 100 °C menjadi 90°C
Jenis	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Fluida Panas	<i>Steam</i>	H ₂ O
Fluida Dingin	H ₂ O ₂ Larutan encer	H ₂ O pendingin
Jenis Bahan	<i>Carbon Stell</i>	<i>Carbon Stell</i>
Kondisi Operasi:		
Fluida Dingin		
- Suhu masuk	30 °C	30 °C
- Suhu keluar	90 °C	40 °C
Fluida Panas		
- Suhu masuk	150 °C	100 °C
- Suhu keluar	150 °C	90 °C
- Tekanan	1 atm	1 atm
Jumlah	1 unit	1 unit

Parameter	HE-01	CL
Spesifikasi		
<i>Shell Side</i> (Fluida Dingin)		
- ID	25 in	25 in
- <i>Pitch</i>	1	1
- <i>Baffle</i>	5 in	5 in
- <i>Pressure Drop</i>	1,30 psi	7,26 psi
<i>Tube Side</i> (Fluida Panas)		
- OD	1,25 in	1,25 in
- ID	0,62 in	0,62 in
- BWG	18	18
- L (<i>Length</i>)	216 in	216 in
- Nt	164 buah	164 buah
- <i>Pressure Drop</i>	0,01 psi	5,84 psi
Luas Transfer Panas (A)	965,59 ft ²	965,59 ft ²
Uc	21.165,58 Btu/hr.ft ² .F	1.857,16 Btu/hr.ft ² .F
Ud	96,81 Btu/hr.ft ² .F	229,62 Btu/hr.ft ² .F
<i>Rd Calculated</i>	0,01	0,004
Harga	US \$ 60.800	US \$ 60.800

Tabel 3.18 Spesifikasi Alat Penukar Panas (Lanjutan)

Parameter	HE-02
Fungsi	Memanaskan Udara untuk digunakan sebagai media pengering pada RD
Jenis Alat	<i>Shell and Tube</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel 304</i>
Data Desain	
- Beban panas	157.887.59 kJ/jam
- Luas Transfer Panas	212,34 ft ²
Shell	
- ID	15,25 in
- Baffle Spacing	3,05 in
- Passes	1
- ΔPs	0,002 Psi
Tube	
- OD	1,5
- BWG	16
- Passes	6
- ΔPs	0,72

3.3.11 Condensor Parsial (CDP)

Tabel 3.19 Spesifikasi *Condensor Parsial*

Parameter	CDP
Fungsi	Mengembunkan uap hasil atas Dekomposer
Jenis	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Material	<i>Carbon Stell</i>
Kondisi Operasi:	
- Suhu masuk	138 °C
- Suhu keluar	100 °C
- Tekanan	1 atm
Jumlah	1 unit
Spesifikasi	
Sisi <i>Shell Side</i> (Fluida Dingin)	17,25 in
- ID	1
- <i>Pitch</i>	5,18 in
- <i>Baffle</i>	5,42 psi
- <i>Pressure Drop</i>	
Sisi <i>Tube Side</i> (Fluida Panas)	0,75 in
- OD	

Parameter	CDP
- ID	0,65 in
- BWG	18
- L (<i>Length</i>)	288 in
- Nt	1.857,17 buah
- <i>Pressure Drop</i>	0,94 psi
Luas Transfer Panas (A)	9.924,72 ft ²
Uc	61,96 Btu/hr.ft ² .F
Ud	52,13 Btu/hr.ft ² .F
<i>Rd Calculated</i>	0,003
Harga	US \$ 133.400

3.3.12 Filter Udara (FU)

Tabel 3.20 Spesifikasi Filter Udara

Parameter	FU-01
Fungsi	Menyaring debu yang terdapat dalam udara sebelum masuk ke <i>Rotary Dryer</i>
Jenis	<i>Backward curve blade centrifugal blower</i>
Jumlah	1

Parameter	FU-01
Kapasitas	23.705,84 kg/jam
Kecepatan Volumetrik	20,447 m ³ /jam
Diameter <i>bag</i>	12 in
Panjang <i>bag</i>	30 ft
Jumlah <i>bag</i>	1 buah
Luas <i>cloth</i> total	94,200 ft ²
Harga	\$35.675

3.3.13 Blower (BL)

Tabel 3.21 Spesifikasi Blower

Parameter	BL
Fungsi	Menghisap udara untuk diumpankan ke <i>Rotary Dryer</i>
Jenis	<i>Backward curve blade centrifugal blower</i>
Jumlah	1
Laju udara	18.792,27 ft ³ /menit
Tekanan	3,528 psia
Power	5 Hp
Harga	\$60.723

3.3.14 Ejektor

Tabel 3.22 Spesifikasi *Ejector*

Parameter	Ejektor
Fungsi	Menjaga tekanan 0,5 atm agar tetap dalam kondisi vakum sebelum masuk ke Dekomposer
Jenis	<i>Single stage ejector</i>
Kapasitas	526.028,71 kg/jam
Jumlah	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Stainles Steel SA-167 Type 316</i>
Kondisi Operasi: <ul style="list-style-type: none">- Suhu- Tekanan masuk- Tekanan keluar	<ul style="list-style-type: none">90 °C1 atm0,5 atm
Dimensi: <ul style="list-style-type: none">- ID- OD- Le (Panjang Ekuivalen)- Flow area	<ul style="list-style-type: none">12,09 in12,75 in2,13 m0,8 ft²
Harga	US \$ 13.000

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3.23 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P (l)	658,05	744,28
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P (s)	4.017	295,72
H ₂ O ₂	3.471	3.470,85
H ₂ O	2.180.684	2.179.821,35
H ₂ O (s)	49,68	51,16
C ₃ H ₈ NO ₅ P (l)	9.608,49	9.743,80
C ₃ H ₈ NO ₅ P (s)	9.065,59	11.636,42
H ₂	0	64,05
CO ₂	0	1.409,18
Pd/C	909,84	682,38
O ₂	544,43	1.088,86
Total	2.209.008,05	2.209.008,05

3.4.2 Neraca Massa Alat

a. Reaktor-01

Tabel 3.24 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)				5	Output (kg/jam)	
	1	2	3	4		6	7
H ₂ O ₂	1.701,42		1.701,42				1.156,97
CO ₂						1.409,18	
C ₃ H ₈ NO ₅ P							2.706,26
H ₂						64,05	
N-PMIDA				3.786,49			151,46
Pd/C					227,46		227,46

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)		
	1	2	3	4	5	6	7
H ₂ O	3.969,98	60.278,49	64.248,47	199,29			64.447,77
Total	5.671,40	60.278,49	65.949,89	3.985,79	227,46	1.473,23	68.689,92

b. Mixer-01

Tabel 3.25 Neraca Massa Mixer

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	7	14	9
H ₂ O ₂	1.156,97		1.156,97
CO ₂			
C ₃ H ₈ NO ₅ P	2.706,26		2.706,26
H ₂			
N-PMIDA	151,46		151,46
Pd/C	227,46		227,46
H ₂ O	64.447,77	496.457,91	522.036,77
Total	68.689,92	496.457,91	526.278,91
	526.278,91		526.278,91

c. Centrifuge-01

Tabel 3.26 Neraca Massa Centrifuge

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	9	10	11
H ₂ O ₂	1.156,97	0,05	1.156,92
CO ₂			
C ₃ H ₈ NO ₅ P	2.706,26	0,12	2.706,14
H ₂			
N-PMIDA	151,46	0,007	151,45

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	9	10	11
Pd/C	227,46	227,46	
H ₂ O	522.036,77	22,57	522.014,19
Total	526.278,91	250,21	526.028,71
	526.278,91	526.278,91	

d. *Decomposer (DC)*

Tabel 3.27 Neraca Massa Decomposer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	11	12	15
H ₂ O ₂	1.156,92		
C ₃ H ₈ NO ₅ P (l)	2.706,14		1.353,07
C ₃ H ₈ NO ₅ P (s)			1.353,07
N-PMIDA (l)	151,45		116,57
N-PMIDA (s)			34,88
H ₂ O	522.014,19	494.457,91	26.706,75
H ₂ O (s)			6,45
O ₂		544,43	
Total	526.028,71	496.457,91	29.570,79
	526.278,91	526.278,91	

e. *Separator (SP)*

Tabel 3.28 Neraca Massa Separator

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	12	13	14
H ₂ O ₂			
C ₃ H ₈ NO ₅ P (l)			
C ₃ H ₈ NO ₅ P (s)			
N-PMIDA (l)			

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	12	13	14
N-PMIDA (s)			
H ₂ O	494.457,91		494.457,91
H ₂ O (s)			
O ₂	544,43	544,43	
Total	496.457,91	544,43	494.457,91
	496.457,91	496.457,91	

f. *Crystalizer (CRY)*

Tabel 3.29 Neraca Massa Crystalizer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	15	16
H ₂ O ₂		
C ₃ H ₈ NO ₅ P (l)	1.353,07	135,31
C ₃ H ₈ NO ₅ P (s)	1.353,07	2.570,84
N-PMIDA (l)	116,57	86,25
N-PMIDA (s)	34,88	65,21
H ₂ O	26.706,75	26.706,75
H ₂ O (s)	6,45	14,41
O ₂		
Total	29.570,79	29.570,79
	29.570,79	29.570,79

g. *Centrifuge-02 (CF-02)*

Tabel 3.30 Neraca Massa Centrifuge

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	16	17	18
H ₂ O ₂			
C ₃ H ₈ NO ₅ P (l)	135,31	134,02	1,29

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	16	17	18
C ₃ H ₈ NO ₅ P (s)	2.570,84		2.570,84
N-PMIDA (l)	86,25	85,42	0,82
N-PMIDA (s)	65,21		65,21
H ₂ O	26.706,75	26.443,82	254,97
H ₂ O (s)	14,41		14,41
O ₂			
Total	29.570,79	26.663,26	2.907,53
	29.570,79	29.570,79	

h. Rotary Dryer (RD)

Tabel 3.31 Neraca Massa *Rotary Dryer*

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	18	19	20
H ₂ O ₂			
C ₃ H ₈ NO ₅ P (l)	1,29	1,25	0,04
C ₃ H ₈ NO ₅ P (s)	2.570,84		2.570,84
N-PMIDA (l)	0,82	0,79	0,03
N-PMIDA (s)	65,21		65,21
H ₂ O	254,97	247,32	7,65
H ₂ O (s)	14,41		14,41
O ₂			
Total	2.907,53	249,37	2.658,16
	2.907,53	2.907,53	

i. Vibrating Screen (VS)

Tabel 3.32 Neraca Massa *Vibrating Screen*

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	20	21	22
H ₂ O ₂			
C ₃ H ₈ NO ₅ P (l)	0,04	0,002	0,04
C ₃ H ₈ NO ₅ P (s)	2.570,84	128,54	2.442,29
N-PMIDA (l)	0,03	0,001	0,02
N-PMIDA (s)	65,21	3,26	61,95
H ₂ O	7,65	0,38	7,27
H ₂ O (s)	14,41	0,72	0,76
O ₂			
Total	2.658,16	132,91	2.525,25
	2.658,16	2.658,16	

3.4 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Total

Tabel 3.33 Neraca Panas Total

Komponen	Q Masuk (Kj/Kmol)	Q Keluar (Kj/kmol)
<i>Heater</i> (HE-01)	16.637.614,09	16.637.614,09
<i>Heater</i> (HE-02)	10.511.230,02	10.511.230,02
<i>Cooler</i> (CL)	155.469.987,45	155.469.987,45
Reaktor (R-01)	1.691.602,40	1.691.602,40
<i>Mixer</i> (M-01)	168.075.148,12	168.075.148,12
<i>Centrifuge</i> (CF-01)	161.697.903,93	161.697.903,93
<i>Decomposer</i> (DC)	383.360.581,97	383.360.581,97
<i>Condensor</i> (CD)	104.235.269,84	104.235.269,84

Separator (SP)	155.507.840,10	155.507.840,10
<i>Crystalizer</i> (CRY)	8.350.476,97	8.350.476,97
<i>Centrifuge</i> (CF-02)	8.350.249,83	8.350.249,83
<i>Rotary Dryer</i> (RD)	10.511.230,02	10.511.230,02
<i>Vibrating Screen</i> (VS)	14.327,61	14.327,61
Total	1.184.413.462,35	1.184.413.462,35

3.5.2 Neraca Panas Alat

a. Heater (HE-01)

Tabel 3.34 Neraca Panas *Heater* (HE-01)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)
<i>Q_{in}</i>	1.284.350,08	
<i>Q_{out}</i>		16.637.614,09
<i>Q_{steam}</i>	15.353.264,01	
Total	16.637.614,09	16.637.614,09

b. Heater (HE-02)

Tabel 3.35 Neraca Panas *Heater* (HE-02)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)
Padatan	6.974.910,12	7.631.071,44
Udara	3.536.319,90	2.880.158,57
Total	10.511.230,02	10.511.230,02

c. Cooler (CL)

Tabel 3.36 Neraca Panas Cooler (CL)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)
Q _{in}	155.469.987,45	
Q _{out}		134.690.728,25
Q _{pendingin}		20.779.259,20
Total	155.469.987,45	155.469.987,45

d. Reaktor (R-01)

Tabel 3.37 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)
H ₂ O ₂	267.378,27	181.817,22
CO ₂		84.125,22
C ₃ H ₈ NO ₅ P		143.916,84
H ₂		60.406,50
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	288.928,89	11.557,16
H ₂ O	1.297,84	1.297,84
Pd/C	1.134.010,00	1.134.010,00
ΔH Reaksi	-12,61	
Q Terserap		74.471,62
Total	1.691.602,40	1.691.602,40

e. Mixer (M-01)

Tabel 3.38 Neraca Panas *Mixer* (M-01)

Komponen	Flow, In (kJ/jam)		Flow, Out (kJ/jam)	
	Cp.Dt	H	Cp.Dt	H
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	-1.020,38	-680,82	-1.020,38	-680,82
H ₂ O	5.792,66	167.998.899,57	5.792,66	167.998.899,57
H ₂ O ₂	1.203,05	40.937,89	1.203,05	40.937,89
Pd/C	138,22	296,59	138,22	296,59
C ₃ H ₈ NO ₅ P	2.229,07	35.694,87	2.229,07	35.694,87
H Total	168.075.148,12		168.075.148,12	

f. Centrifuge (CF-01)

Tabel 3.39 Neraca Panas *Centrifuge* (CF-01)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)	
		ΔH_{out} filtrat (kJ/jam)	ΔH_{out} cake (kJ/jam)
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	4.138,09	4.137,91	0,18
H ₂ O	161.507.016,16	161.500.032,66	6.983,50
H ₂ O ₂	104.571,04	104.566,52	4,52
Pd/C	554,62		554,62
C ₃ H ₈ NO ₅ P	81.624,02	81.620,49	3,53
H Total	161.697.903,93	161.690.357,58	7.546,35
		161.697.903,93	

g. Decomposer (DC)

Tabel 3.40 Neraca Panas *Decomposer* (DC)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)
<i>Hin</i>	142.145.887,24	
<i>Hout</i> 1		235.332.505,57
<i>Hout</i> 2		13.395.554,51
Hvap		560.825,11
Beban pemanas	214.285.995,9	
ΔH_s masuk	26.928.698,83	
ΔH_s keluar		134.071.696,78
Total	383.360.581,97	383.360.581,97

h. Condenser (CD)

Tabel 3.41 Neraca Panas *Condenser* (CD)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)
<i>Qin</i>	104.235.269,84	
<i>Qout</i> Gas		37.164,79
<i>Qout</i> Cair		183.509.095,86
Pendingin		-79.310.990,82
Total	104.235.269,84	104.235.269,84

i. Separator (SP)

Tabel 3.42 Neraca Panas Separator (SP)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)
<i>Qin</i>	155.507.840,10	

<i>Qout</i>		155.507.840,10
Total	155.507.840,10	155.507.840,10

j. Crystalizer (CRY)

Tabel 3.43 Neraca Panas *Crystalizer* (CRY)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)		
		Komponen	Atas	Bawah
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	4.137,91	C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	1.429,52	
C ₃ H ₈ NO ₅ P	81.620,49	C ₃ H ₈ NO ₅ P	13.988,78	
H ₂ O	8.264.491,43	H ₂ O	511.579,56	
Panas Proses Kristalisasi	227,14	Beban Pendingin	7.823.479,11	
Total	8.350.476,97	Total	8.350.476,97	

k. Centrifuge (CF-02)

Tabel 3.44 Neraca Panas *Centrifuge* (CF-02)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)	
		ΔH_{out} filtrat (kJ/jam)	ΔH_{out} cake (kJ/jam)
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	4.137,91	1.804,02	2.333,89
H ₂ O	8.264.491,43	83.338,49	8.181.152,94
C ₃ H ₈ NO ₅ P	81.620,49	77.578,44	4.042,05
H Total	8.350.249,83	162.720,95	8.187.528,88
		8.350.249,83	

l. Rotary Dryer (RD)

Tabel 3.45 Neraca Panas *Rotary Dryer* (RD)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)
H1	155.804,85	
H2		157.887,59
Udara pengering	2.082,73	
Total	157.887,59	157.887,59

m. Screener (VS)

Tabel 3.46 Neraca Panas *Screener* (VS)

Komponen	ΔH_{in} (kJ/jam)	ΔH_{out} (kJ/jam)	
		ΔH_{out} Atas (kJ/jam)	ΔH_{out} Bawah (kJ/jam)
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	615,69	30,78	584,91
H ₂ O	422,37	21,12	401,25
C ₃ H ₈ NO ₅ P	13.289,54	664,48	12.625,07
H Total	14.327,61	716,38	13.611,23
		14.327,61	

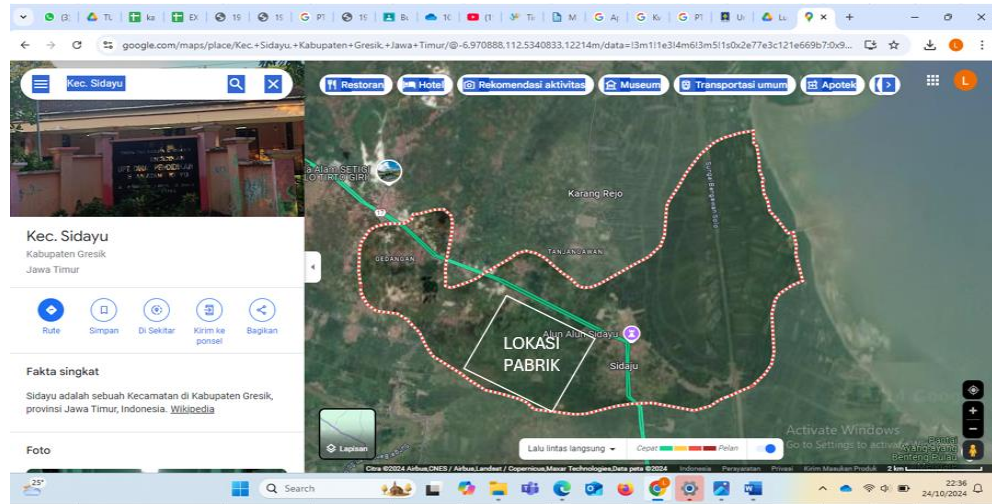
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu aspek terpenting dalam mendirikan suatu pabrik, dikarenakan mampu menentukan perkembangan pabrik di waktu yang akan datang. Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor sekunder dan primer salah satunya ketersediaan bahan baku, utilitas, transportasi, pemasaran, dan faktor utama lainnya. Oleh karena itu, lokasi pabrik yang dipilih dapat memberikan kemungkinan untuk memperbesar atau memperluas pabrik di waktu yang akan datang dan memberikan keuntungan dalam jangka panjang.

Perancangan pabrik glifosat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini diharapkan mampu menghasilkan keuntungan dalam jangka panjang, sehingga pabrik glifosat ini direncanakan akan didirikan di Kecamatan Sidayu, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur berdasarkan dengan pertimbangan sebagai berikut:



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik Glifosat

(Sumber:<http://maps.google.com>)

4.1.1 Faktor Primer

Beberapa faktor primer yang berpengaruh dalam penentuan lokasi didirikannya pabrik, sebagai berikut:

a. Ketersediaan bahan baku

Ketersediaan bahan baku menjadi faktor penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Hal ini dikarenakan supaya dalam pengiriman bahan baku berjalan dengan lancar, waktu yang efisien dan biaya yang minimum. Pabrik glifosat ini menggunakan bahan baku utama yaitu hidrogen peroksida dan NPMIDA (*N-phosponomethyl iminodiacetic acid*). Hidrogen peroksida diperoleh dari PT. Samator Intiperoksida yang ada di Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas produksi 24.000 ton/tahun, sedangkan NPMIDA (*N-phosponomethyl iminodiacetic acid*) diperoleh dari impor Negara Cina yaitu

Sichuang Hebang yang memiliki kapasitas produksi 150.000 ton/tahun. Karena dekat dengan salah satu kebutuhan bahan baku yaitu hidrogen peroksida maka, pabrik didirikan di Gresik, Jawa Timur.

b. Ketersediaan utilitas

Proses produksi pada sebuah pabrik membutuhkan dukungan dari beberapa komponen seperti air, listrik, dan bahan bakar. Apabila komponen ini terpenuhi dengan cukup maka proses produksi pada pabrik akan berjalan dengan lancar dan efisien. Sumber utilitas air yang digunakan bersumber dari Sungai Bengawan Solo sehingga ketersediaan air cukup untuk proses produksi dan kebutuhan lainnya.

c. Pemasaran produk

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan herbisida glifosat di Indonesia dari tahun ke tahun sebagai kebutuhan petani untuk perkebunannya, maka dibutuhkan sarana transportasi yang baik. Sehingga produk herbisida glifosat ini dapat disalurkan ataupun diangkut dengan mudah ke daerah pemasaran dalam negeri. Hal ini didukung dengan daerah Gresik yang merupakan sebagai daerah industri yang besar dan terus berkembang pesat. Sehingga daerah Gresik dan sekitarnya menjadi pasar yang baik untuk penjualan herbisida glifosat. Selain itu, kawasan ini juga merupakan daerah pertanian dan perkebunan, dimana produk herbisida glifosat ini dibutuhkan di kawasan tersebut maupun dikirim ke seluruh daerah di Indonesia. Sebab Indonesia merupakan negara agraris yang mana mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai petani.

d. Transportasi

Transportasi merupakan faktor penting untuk sarana distribusi bahan baku dan pemasaran produk yang dapat ditempuh melalui jalur darat, udara maupun laut. Bahan baku hidrogen peroksida menggunakan transportasi darat dengan jarak kurang lebih 20 km sedangkan NPMIDA menggunakan transportasi laut yang tersedia di dermaga kapal cargo Gresik, Pelabuhan Tanjung Perak sebagai penunjang bahan baku dari luar negeri dan pemasaran produk di luar Pulau Jawa.

4.2.2 Faktor Sekunder

Beberapa faktor sekunder yang berpengaruh dalam penentuan lokasi didirikannya pabrik, sebagai berikut:

a. Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu industri, tenaga kerja yang dibutuhkan meliputi tenaga kerja yang terdidik, terampil, dan tenaga kerja kasar. Dengan didirikannya pabrik di kawasan Gresik, Jawa Timur ini diharapkan mampu mengurangi angka pengangguran yang ada di daerah tersebut. Jumlah pengangguran pada usia produktif di Kabupaten Gresik berdasarkan data Badan Pusat Statistik adalah sebesar 6,82% dari total penduduk (BPS, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten Gresik memiliki sumber daya manusia yang cukup banyak untuk dijadikan sebagai pekerja pada pabrik glifosat.

b. Keadaan iklim

Kabupaten Gresik merupakan wilayah dataran yang berbatasan dengan

pantai. Hampir sepertiga bagian dari wilayah Kabupaten Gresik merupakan pesisir pantai. Berdasarkan posisi geografisnya, Kabupaten Gresik memiliki batas utara dengan laut Jawa, batas selatan dengan Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, batas barat dengan Kabupaten Lamongan dan batas timur dengan Selat Madura. Total luas wilayah Kabupaten Gresik yaitu 1.193,76 km². Temperatur udara normal daerah tersebut sekitar 25-30 °C. Kawasan Gresik memiliki iklim yang baik dan jarang terjadi bencana alam seperti gempa bumi, banjir, dan tanah longsor sehingga kemungkinan operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar (BPS Kab.Gresik, 2022).

c. Faktor penunjang lain

Gresik merupakan daerah yang sudah berkembang sehingga faktor-faktor seperti tersedianya energi listrik, bahan bakar, air, iklim, dan karakter tempat/lingkungan bukan merupakan suatu kendala. Dengan pertimbangan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kawasan Gresik layak dijadikan pabrik herbisida glifosat di Indonesia. Namun faktor penunjang tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor penunjang yang meliputi:

a. Perluasan area pabrik

Perluasan pabrik dan penambahan bangunan di masa mendatang harus sudah masuk dalam pertimbangan awal. Sehingga sejumlah area khusus sudah harus dipersiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk menambah kapasitas.

b. Undang-undang dan peraturan

Undang-undang dan peraturan-peraturan perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik, karena jika dalam pendirian suatu pabrik ada hal yang bertentangan dengan undang-undang dan peraturan-peraturan maka kelangsungan suatu pabrik terancam. Oleh karena itu lokasi yang telah dipilih merupakan di daerah pinggiran kota sehingga akan memudahkan perjanjian dalam perijinan pabrik maupun peraturan-peraturan yang akan diberlakukan oleh pihak setempat.

c. Prasarana dan fasilitas sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana kesehatan, pendidikan, ibadah, hiburan, bank, dan perumahan. Sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup pegawai.

d. Masyarakat di sekitar pabrik

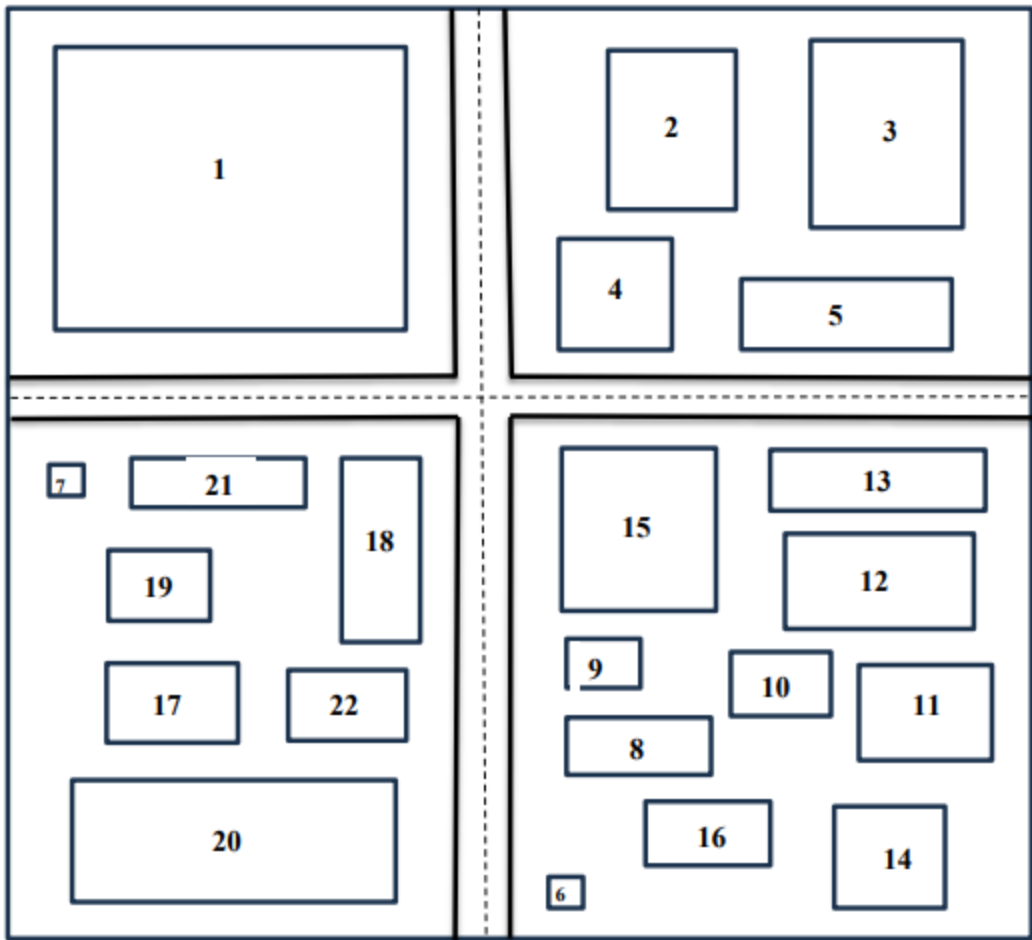
Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik herbisida glifosat ini, karena selain akan menyediakan lapangan kerja bagi mereka, pabrik herbisida glifosat ini ramah lingkungan. Sebab limbah yang dihasilkan tidak berbahaya dan diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat disekitarnya.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu susunan fasilitas fisik yang terdiri atas perlengkapan, tenaga, bangunan, dan saran lain yang harus mempunyai tujuan

mengoptimalkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi, dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan secara efektif, efisien, ekonomis, dan aman (Apple, 1990). Penentuan tata letak pabrik dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor penting yaitu:

- a. Keamanan, keselamatan, dan kenyamanan pekerja.
- b. Jarak antar alat proses untuk memastikan adanya ruang kosong dalam pemasangan, perawatan maupun perbaikan.
- c. Bangunan yang mencakup luas area bangunan, kondisi bangunan, dan konstruksi yang memenuhi syarat.
- d. Peletakan alat dilakukan sesuai dengan urutan proses produksi, sehingga dapat mendukung efisiensi secara teknis dan ekonomis.
- e. Adanya area pengembangan untuk kemungkinan perluasan lokasi pabrik.
- f. Peletakan peralatan pabrik, terutama alat-alat besar yang beresiko tinggi diberi jarak yang cukup sehingga memudahkan proses penanggulangan jika terjadi kecelakaan kerja maupun kebakaran.
- g. Service area, seperti tempat ibadah, kantin, tempat parkir, dan sebagainya dirancang agar dekat dengan tempat kerja untuk mengoptimalkan waktu.



Gambar 4.2 *Layout* pabrik skala 1 : 1000

Berikut merupakan perincian luas tanah skala 1 : 1000 sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Area Proses	50	40	2.000
2	Area Utilitas	19	23	437

No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m²)
3	Area Tangki	22	27	594
4	Unit Pengelola Limbah	17	16	272
5	<i>Control Room</i>	30	11	330
6	Pos Keamanan 1	6	5	30
7	Pos Keamanan 2	6	5	30
8	Taman	21	9	189
9	Klinik	11	8	88
10	Kantin	15	10	150
11	Area Evakuasi	20	14	280
12	Area Perluasan	27	14	378
13	Area Parkir Karyawan	31	9	279
14	Masjid	12	15	180
15	Kantor Utama	23	24	552
16	Kantor Administrasi	18	10	180
17	Bahan Bakar	19	12	228
18	Aula	12	27	324
19	Pemadam Kebakaran	15	11	165
20	Area Parkir Truk	47	18	846
21	Bengkel	25	8	200
22	Laboratorium	18	11	198

No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
	Luas Bangunan			7.930
	Luas Tanah			18.850
	Total			26.780

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada suatu pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Aliran bahan baku dan produk

Aliran bahan baku dan produk yang tepat dan efisien akan memberikan keuntungan ekonomis yang lebih besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Di area proses kelancaran jalan masuk keluarnya aliran udara harus diperhatikan dengan baik. Tujuannya untuk menghindari terjadinya penumpukan udara di satu titik atau udara tidak mengalir secara lancar sehingga dapat membahayakan keselamatan para kerja.

3. Pencahayaan

Pada area proses suatu pabrik, penerangan harus terpenuhi karena proses produksi berjalan selama 24 jam per hari, terutama pada area yang berbahaya yang tujuannya untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan dalam pabrik.

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 diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritas.

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 menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

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

7. *Maintenance*

Tujuan *maintenance* sendiri adalah untuk menjaga sarana dan prasarana 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 alat proses dari kerusakan dan kebersihan lingkungan alat, sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Perawatan

tiap alat meliputi:

a. *Over head* 1 x 1 tahun

Perbaikan dan pengecekan alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian dikembalikan seperti kondisi semula. Hal ini melibatkan pemeriksaan secara menyeluruh dan penyesuaian level alat.

b. *Repairing*

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* yaitu:

- Umur alat

Alat yang sudah lama dan semakin tua umurnya harus diberikan perawatan yang lebih sehingga menyebabkan biaya perawatan bertambah.

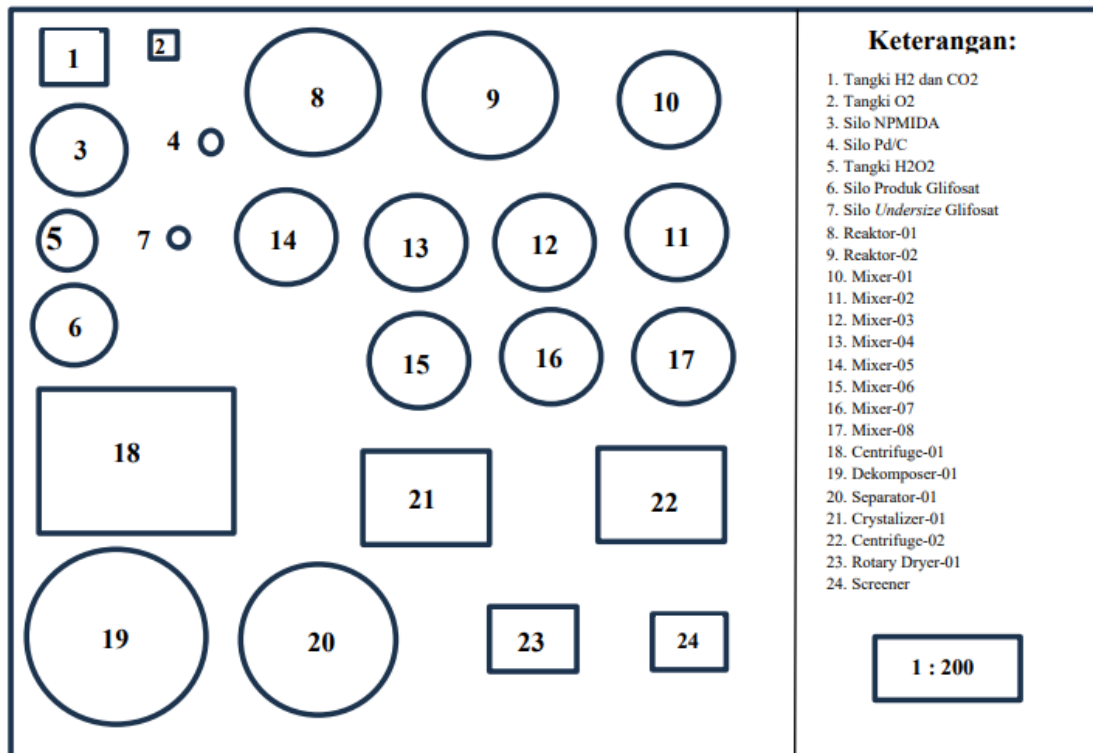
- Bahan baku

Apabila bahan baku yang digunakan tidak berkualitas dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada alat sehingga akan lebih sering untuk dibersihkannya.

- Tenaga kerja

Tenaga kerja yang sudah terampil, terlatih, dan kompeten akan

menghasilkan pekerjaan yang baik, sehingga fungsi alat dapat terjaga dengan baik.



Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik herbisida glifosat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan perusahaan yang memperoleh modal dari penjualan saham, dimana setiap pemegang saham berhak mendapat saham sesuai dengan jumlah saham yang dimilikinya. Saham adalah surat berharga yang diterbitkan oleh PT, dan pemilik

saham sudah menyetorkan modal ke perusahaan yang berarti mereka juga memiliki bagian dari perusahaan tersebut. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham. Pemilihan bentuk PT berdasarkan pertimbangan berikut:

- a. Tanggungjawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi dipegang oleh pimpinan perusahaan saja.
- b. Pemegang saham dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain.
- c. Mudah mendapatkan modal dengan menjual saham perusahaan.
- d. Lapangan usaha yang lebih luas.
- e. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak bergantung dengan berhentinya pemegang saham, direksi, dan *staff* perusahaan.

4.4.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Di dalam pabrik herbisida glifosat membutuhkan suatu manajemen organisasi supaya proses produksi di dalam pabrik herbisida glifosat dapat berjalan dengan lancar, tujuannya untuk mengatur tentang pembagian tugas dan wewenang yang dijalankan. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mengkonsepkan suatu struktur organisasi, antara lain:

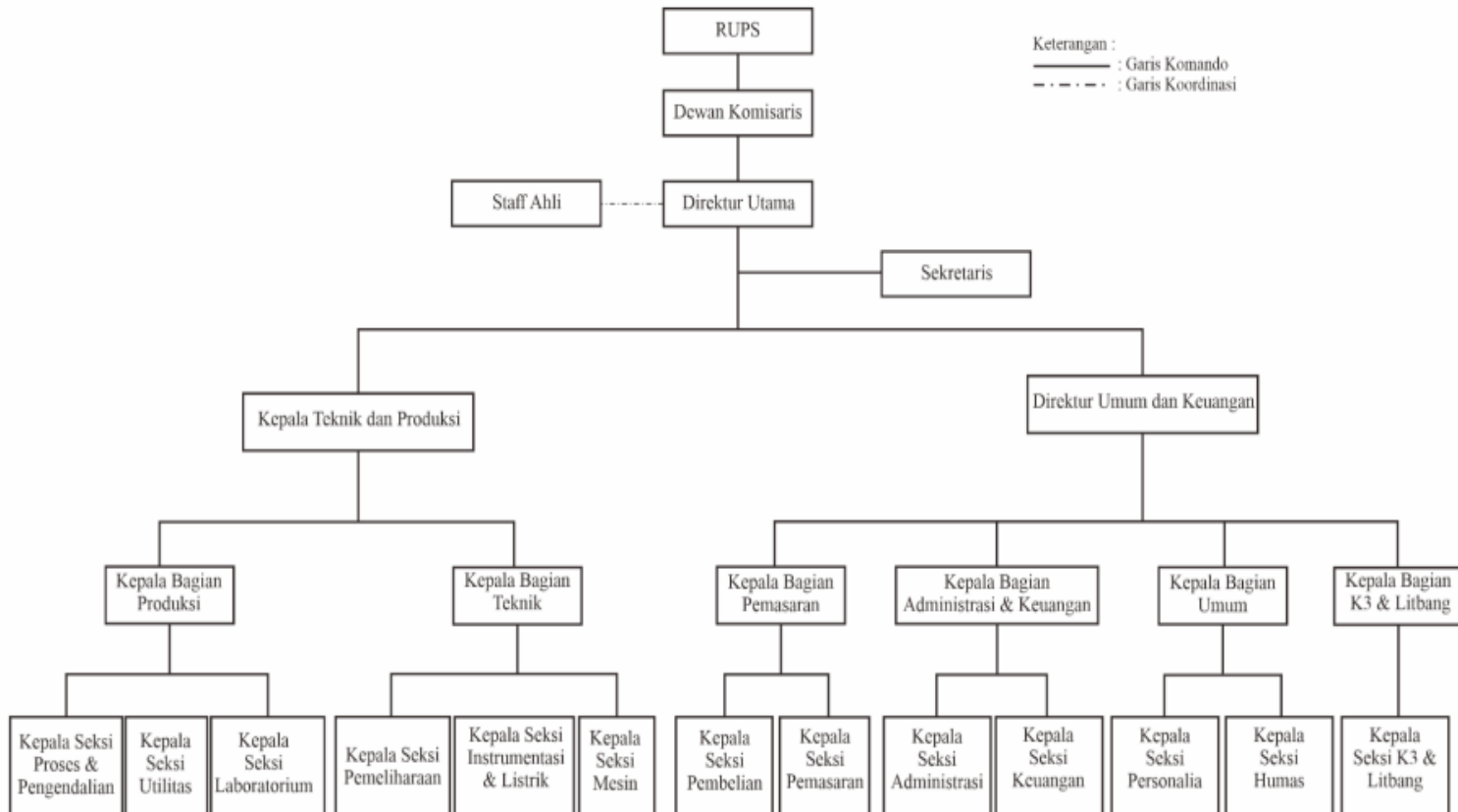
- a. Tujuan Perusahaan
- b. Pemberian wewenang yang semestinya
- c. Pembagian tugas kerja yang semestinya
- d. Arah perintah yang jelas

Berdasarkan hal-hal tersebut, dibentuklah suatu struktur organisasi dengan jenjang

kepemimpinan sebagai berikut:

1. Pemegang saham
2. Dewan komisaris
3. Direktur utama
4. Direktur
5. Kepala bagian
6. Kepala seksi
7. Karyawan dan operator

Berdasarkan struktur di atas terdapat tanggungjawab dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan yang berbeda-beda. Tanggungjawab dan wewenang tertinggi berada pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris, sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada pemegang saham.



Gambar 4.4 Struktur Organisasi

4.4.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan pemilik perusahaan dari beberapa orang yang mendirikan perusahaan dengan modal yang dikumpulkan bersama untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi Perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang biasanya dilakukan setahun sekali, yang dihadiri oleh pemegang saham dan dewan komisaris. Tugas dan wewenang dari pemegang saham antara lain:

- a. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
- b. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari Perusahaan.

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan orang yang melaksanakan tugas sehari-hari pemegang saham yang dipilih oleh seluruh anggota pemegang saham melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Anggota dewan komisaris biasanya merupakan badan hukum yang memiliki pengalaman dalam perusahaan. Tugas dan wewenang dewan komisaris antara lain:

- a. Menilai dan menyetujui rencana dewan direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengarahan pemasaran.

- b. Mengawasi tugas-tugas direksi.
- c. Membantu dewan direksi dalam hal-hal penting.

3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam suatu perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya atas maju atau mundurnya suatu perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab terhadap dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Tugas direktur utama antara lain:

- a. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan bertanggung jawab pada Rapat Umum Pemegang Saham.
- b. Menjaga kestabilan organisasi dan membuat hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
- c. Mengkoordinasi kerja sama dengan direktur produksi serta direktur keuangan dan umum.

Direktur utama membawahi direktur operasi dan produksi dan direktur administrasi dan umum. Tugas dari direktur operasi dan produksi yaitu memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan segala hal yang menyangkut kegiatan produksi meliputi proses produksi dan operasi pabrik, pengembangan, pemeliharaan, peralatan, pengadaan dan laboratorium. Sementara itu tugas dari direktur administrasi dan umum yaitu bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, dan keselamatan kerja.

4. 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 atas:

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas dari kepala bagian proses dan utilitas yaitu mengkoordinasi kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas dari kepala bagian pemeliharaan listrik dan instrumentasi yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan fasilitas dan sarana penunjang kegiatan produksi

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengadaan Mutu

Tugas dari kepala bagian penelitian, pengembangan, dan pengadaan mutu yaitu mengkoordinasi kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan, dan pengendali mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas dari kepala bagian keuangan dan pemasaran yaitu mengkoordinasi kegiatan pemasaran, pengadaan barang, dan pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

Tugas dari kepala bagian administrasi yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan tata usaha, personalia, dan rumah tangga perusahaan.

6. Kepala Bagian Humas dan Keuangan

Tugas dari kepala bagian humas dan keuangan yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan Perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Kerja dan Lingkungan

Tugas dari kepala bagian kesehatan kerja dan lingkungan yaitu bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan keselamatan kerja karyawan.

5. Kepala Seksi

Kepala seksi merupakan pelaksana pekerja dalam lingkup bagian sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya. Kepala seksi terbagi atas:

1. Kepala Seksi Proses

Tugasnya yaitu menangani hal-hal yang dapat mengancam jalannya produksi dan keselamatan pekerja serta mengurangi potensi bahaya yang ada.

2. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang

dihasilkan.

3. Kepala Seksi Utilitas

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

4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

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

6. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugasnya yaitu mempertinggi mutu suatu produk dan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat, memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat untuk pengembangan produksi dan mempertinggi efisiensi kerja.

7. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendali Mutu

Tugasnya yaitu mengawasi serta menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu, mengawasi serta menganalisa mutu produksi, dan mengawasi hal-hal tentang pembuangan pabrik.

8. Kepala Seksi Keuangan

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap pembukaan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

9. Kepala Seksi Pemasaran

Tugasnya yaitu merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi barang dari gudang.

10. Kepala Seksi Tata Usaha

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

11. Kepala Seksi Personalia

Tugasnya yaitu membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja sebaik mungkin antara pekerja dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan biaya dan waktu dan juga melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

12. Kepala Seksi Humas

Tugasnya yaitu menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan.

13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugasnya yaitu mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

14. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

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

6. Status Karyawan dan Sistem Upah

Status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian

mempengaruhi sistem penggajian karyawan. Pembagian atau penggolongan karyawan dibagi menjadi tiga bagian atau golongan seperti berikut:

1. Karyawan tetap

Karyawan tetap merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) dari direksi dan mendapatkan upah atau gaji harian yang dibayar pada setiap bulannya.

2. Karyawan harian

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

3. Karyawan borongan

Karyawan borongan merupakan karyawan yang dikerjakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan borongan menerima gaji atau upah untuk suatu pekerjaan.

7. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik herbisida glifosat direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan proses produksi berlangsung selama 24 jam per hari. Sisa hari digunakan untuk pemeliharaan pabrik (*shutdown* pabrik). Karyawan *shift* yaitu karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi bekerja dengan sistem *shift*. Hal ini dilakukan akibat proses produksi yang berlangsung 24 jam per hari, sehingga karyawan harus selalu hadir karena berhubungan dengan masalah keamanan dan

kelancaran proses. Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian setiap hari dengan pengaturan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Jadwal Jam Kerja Karyawan *Shift*

Kelompok Kerja	Jam Kerja	Jam Istirahat
<i>Shift 1</i>	07.00-15.00	11.00-12.00
<i>Shift 2</i>	15.00-23.00	19.20-20.00
<i>Shift 3</i>	23.00-07.00	03.00-04.00

Untuk karyawan *shift* dibagi dalam 4 regu (A, B, C, dan D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dilakukan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Berikut adalah jadwal kerja *shift* karyawan:

Tabel 4.3 Jadwal Kerja *Shift* Karyawan

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I
B		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
C	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III
D	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	

Tabel 4.3 Jadwal Kerja *Shift* Karyawan (lanjutan)

Regu	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	I	I	I	■	II	II	II	■	III	III	III	■	I	I	I
B	■	II	II	II	■	III	III	III	■	I	I	I	■	II	II
C	II	■	III	III	III	■	I	I	I	■	II	II	II	■	III
D	III	III	■	I	I	I	■	II	II	II	■	III	III	III	■

Keterangan:

1, 2, 3, dst : Hari

A, B, C, D : Regu

I, II, III : Shift

■ : Libur

Sementara itu untuk karyawan *non-shift* atau karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan *non-shift* adalah Direktur Utama, Sekretaris, Direktur Teknik, dan Produksi, jadwal jam kerjanya yaitu:

Tabel 4.4 Jadwal Jam Kerja Karyawan *Non-Shift*

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin-Kamis	07.00-16.00	12.00-13.00
Jum'at	07.00-16.00	11.00-13.00

8. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

1. Penggolongan Jabatan

Berikut merupakan daftar penggolongan jabatan yang ada diperusahaan:

Tabel 4.5 Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur Utama	S-2
2	Direktur Operasi dan Produksi	S-1
3	Direktur Administrasi dan Umum	S-1
4	<i>General Manager</i> Operasi dan Produksi	S-1
5	<i>General Manger</i> Administrasi dan Umum	S-1
6	Manajer Plant Proses	S-1
7	Manajer Plant Utilitas	S-1
8	Manajer <i>Quality Control</i> (QC)	S-1
9	Manajer Pemeliharaan Alat	S-1
10	Manajer Pengembangan Proses dan Produk	S-1
11	Manajer HSSE	S-1
12	Manajer Penjualan Domestik	S-1
13	Manajer Penjualan Internasional	S-1
14	Manajer <i>Quality Assurance</i> (QA)	S-1
15	Manajer Penyediaan dan Pengembangan SDM	S-1
16	Manajer IT	S-1
17	Manajer Pelayanan Umum	S-1

No	Jabatan	Pendidikan
18	Manajer Keuangan	S-1
19	Manajer Akuntansi	S-1
20	Operator	D-3/D-4/S-1
21	Sekretaris	S-1
22	Medis	D-3/S-1
23	<i>Cleaning Service</i>	SLTA
24	<i>Security</i>	SLTA
25	Sopir	SLTA
26	Bengkel	SLTA/D-3

2. Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada diselesaikan dengan baik dan efisien. Jumlah karyawan pada setiap posisi tergantung pada kebutuhan.

a. Jumlah karyawan *non-shift*

Berikut rincian jumlah dan gaji karyawan *non-shift*:

Tabel 4.6 Gaji Karyawan *Non-Shift*

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur Utama	1	55.000.000	55.000.000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	30.000.000	30.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	30.000.000	30.000.000
4	Staff Ahli	1	15.000.000	15.000.000
5	Ka.Bag.Umum	1	12.000.000	12.000.000
6	Ka.Bag.Pemasaran	1	12.000.000	12.000.000
7	Ka.Bag.Keuangan	1	12.000.000	12.000.000
8	Ka.Bag.Teknik	1	12.000.000	12.000.000
9	Ka.Bag.Produksi	1	12.000.000	12.000.000
10	Ka.Bag.Litbang	1	12.000.000	12.000.000
11	Ka.Sek.Personalia	1	9.000.000	9.000.000
12	Ka.Sek.Humas	1	9.000.000	9.000.000
13	Ka.Sek.Keamanan	1	9.000.000	9.000.000
14	Ka.Sek.Pembelian	1	9.000.000	9.000.000
15	Ka.Sek.Pemasaran	1	9.000.000	9.000.000
16	Ka.Sek.Administrasi	1	9.000.000	9.000.000
17	Ka.Sek.Kas/Anggaran	1	9.000.000	9.000.000
18	Ka.Sek.Proses	1	9.000.000	9.000.000
19	Ka.Sek.Pengendalian	1	9.000.000	9.000.000
20	Ka.Sek.Laboratorium	1	9.000.000	9.000.000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
21	Ka.Sek.Utilitas	1	9.000.000	9.000.000
22	Ka.Sek.Pengembangan	1	9.000.000	9.000.000
23	Ka.Sek. Penelitian	1	9.000.000	9.000.000
24	Karyawan Personalia	3	6.500.000	19.500.000
25	Karyawan Humas	3	6.500.000	19.500.000
26	Karyawan Keamanan	10	6.500.000	65.000.000
27	Karyawan Pembelian	5	6.500.000	32.500.000
28	Karyawan Pemasaran	6	6.500.000	39.000.000
29	Karyawan Administrasi	5	6.500.000	32.500.000
30	Karyawan Kas/Anggaran	4	6.500.000	26.000.000
31	Karyawan Proses	30	6.500.000	195.000.000
32	Karyawan Pengendalian	7	6.500.000	45.500.000
33	Karyawan Laboratorium	7	6.500.000	45.500.000
34	Karyawan Pemeliharaan	10	6.500.000	65.000.000
35	Karyawan Utilitas	8	6.500.000	52.000.000
36	Karyawan KK	5	6.500.000	32.500.000
37	Karyawan Litbang	3	6.500.000	19.500.000
38	Sekretaris	5	5.000.000	25.000.000
39	Dokter	3	7.500.000	22.500.000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
40	Perawat	5	4.800.000	24.000.000
41	Sopir	10	3.500.000	35.000.000
42	<i>Cleaning Service</i>	8	3.500.000	28.000.000
TOTAL		160		1.142.500.000

b. Jumlah karyawan *shift*

Penentuan jumlah karyawan shift dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan rincian jumlah karyawan proses pada table berikut:

Tabel 4.7 Rincian Jumlah Karyawan *Shift*

Alat Proses				
No	Alat	Jumlah (Unit)	Operator/unit/shift	Jumlah operator/unit/shift
1	Reaktor RATB	2	0,5	1
2	<i>Mixer</i>	8	0,5	4
3	<i>Centrifuge</i>	2	0,25	0,5
4	Evaporator	1	0,25	0,25
5	<i>Crystalizer</i>	1	0,16	0,16
6	<i>Rotary Dryer</i>	1	0,5	0,5

7	<i>Vibrating Screen</i>	1	0,25	0,25
8	Separator	1	0,1	0,1
9	Tangki	3	0,2	0,6
10	Pompa	7	0,1	0,7
11	<i>Heat Exchanger</i>	2	0,1	0,2
12	<i>Conveyor</i>	11	0,2	2,2
Total				10,46

Tabel 4.8 Rincian Jumlah Karyawan *Shift* (lanjutan)

Utilitas				
No	Alat	Jumlah (Unit)	Operator/unit/shift	Jumlah operator/unit/shift
1	<i>Filter</i>	2	0,125	0,25
2	<i>Bak Water Treatmentt</i>	5	0,1	0,5
3	<i>Boiler</i>	1	0,5	0,5
4	<i>Clarifier</i>	1	0,5	0,5
5	<i>Cooling Tower</i>	1	0,5	0,5
6	<i>Deaerator</i>	1	0,1	0,1
7	Tangki	13	0,1	1,3
Total				3,65

Jumlah operator untuk peralatan proses = $11 \times 3 \text{ shift}$
= 33 orang operator

Jumlah operator untuk peralatan utilitas = $4 \times 3 \text{ shift}$
= 12 orang operator

9. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Untuk menunjang kesejahteraan karyawan, perusahaan memberikan beberapa fasilitas yang tujuannya untuk meningkatkan jasmani dan rohani karyawan agar tetap baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh ataupun bosan dalam melaksanakan kerja sehari-hari dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Adapun kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain:

a. Tunjangan

Terdapat beberapa tunjangan yang diberikan perusahaan kepada karyawan, diantaranya tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan, tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja, tunjangan hari raya yang diberikan setiap tahunnya menjelang Hari Raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan sebesar satu bulan gaji dan tunjangan lain yang besarnya ditentukan berdasarkan undang-undang yang berlaku.

b. Cuti

Untuk dapat meningkatkan produktivitas dan memperingan beban

pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan cuti kepada karyawan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
2. Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
3. Cuti massal setiap tahun diberikan kepada karyawan bertepatan dengan Hari Raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.
4. Cuti hamil wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan kedua minimal 2 tahun.

c. Pengobatan

Untuk meningkatkan faktor kesehatan karyawan di berikan fasilitas poliklinik. Selain itu biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku dan biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

d. Kantin

Perusahaan menyediakan pelayanan makan siang bagi karyawan yang berada di lokasi pabrik.

e. Transportas

Perusahaan menyediakan sarana transportasi untuk antar jemput karyawan.

f. Pakaian Kerja

Untuk mencegah adanya kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya, selain itu juga disediakan alat keselamatan untuk menunjang keselamatan karyawan ketika menjalankan alat proses di pabrik.

g. Asuransi

Perusahaan menjamin seluruh karyawan dengan mengasuransikan ke perusahaan asuransi setempat.

h. Tempat Ibadah

Perusahaan memberikan fasilitas tempat ibadah berupa masjid yang dipergunakan karyawan untuk beribadah.

BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan sarana penunjang dan pendukung operasional dalam suatu pabrik yang bertujuan untuk kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana selain bahan baku yang dibutuhkan dan sebagai bahan pembantu supaya proses produksi berjalan dengan lancar sesuai yang diinginkan. Beberapa unit utilitas yang dibutuhkan pada pendirian pabrik glifosat yaitu sebagai berikut:

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

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

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik.

1. Unit Penyediaan Air

Pada unit ini terjadi proses pengolahan air baku menjadi air bersih, karena air yang berasal dari alam masih banyak mengandung kotoran

(*impurities*) yang dapat menyebabkan kerak (*fouling*). *Impurities* yang terkandung dalam air ini terdiri dari *suspended solid* yaitu *impurities* yang tidak terlarut dan diproses pada proses klarifikasi serta *dissolved solid* yaitu *impurities* yang terlarut dan diproses pada proses demineralisasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air baku baik secara fisik maupun kimia.

Air baku yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik glifosat ini berasal dari Sungai Bengawan Solo. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut:

- a. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- b. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahannya lebih murah dibandingkan dengan air laut yang pengolahannya lebih rumit dan biayanya lebih besar.

Secara umum, kebutuhan air pada pabrik gliserol ini digunakan untuk keperluan sebagai berikut:

- a. Air Domestik (*Domestic Water*)

Domestic water merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, toilet, perumahan, dan sebagainya.

Air domestik yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti:

- Air jernih
- Tidak berbau

- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

b. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Service water merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, masjid dan lain-lain. Kriteria *service water* yang digunakan sama seperti *domestic water*.

c. Air Pendingin (*Cooling Water*)

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada proses produksi. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakannya air pendingin sebagai media pendingin, antara lain:

- Air dapat diperoleh dengan mudah dan dalam jumlah besar.
- Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan.
- Memiliki daya serap terhadap panas per satuan volume cukup tinggi.
- Tidak terdekomposisi.

Namun, terdapat beberapa syarat kandungan zat yang tidak diperbolehkan ada dalam air pendingin, seperti:

- Besi, karena dapat menyebabkan korosi.
- Silika, karena dapat menyebabkan kerak.
- Oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.
- Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada *film corrosion*

inhibitor, penurunan *heat exchanger coefficient* dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

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

Air umpan *boiler* merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan *steam* yang digunakan untuk menunjang kelangsungan proses produksi. Berikut merupakan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menangani air umpan *boiler* antara lain:

- Zat yang menyebabkan korosi beberapa kandungan yang dapat menyebabkan korosi pada *boiler* adalah larutan asam dan gas-gas terlarut seperti CO₂, O₂, dan NH₃.
- Zat yang menyebabkan kerak yang dapat menyebabkan kerak pada *boiler* adalah adanya kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam karbonat dan silika.

e. Air Proses

Air proses merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada area proses produksi. Air proses yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti:

- Air jernih
- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik

2. Unit Pengolahan Air

Pengolahan air dimaksudkan untuk menghasilkan air yang dapat digunakan baik untuk menunjang proses produksi maupun kebutuhan-kebutuhan lainnya di seluruh area pabrik. Air baku dari Sungai Bengawan Solo harus mengalami beberapa tahap pengolahan baik secara fisik maupun kimia agar dapat digunakan. Tahapan-tahapan pengolahan air di pabrik gliserol ini adalah sebagai berikut.

a. Penghisapan

Tahap awal dalam pengolahan air adalah penghisapan. Pengambilan air dari sungai dilakukan dengan cara penghisapan menggunakan pompa. Kemudian air akan dialirkan ke bak pengendap awal.

b. Pengendapan Awal (*Sedimentation*)

Setelah melewati proses penyaringan, air akan melalui proses sedimentasi. Sedimentasi adalah proses pemisahan kotoran dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Pada proses ini, kotoran-kotoran kecil yang tidak tersaring pada proses penyaringan sebelumnya seperti lumpur dan pasir akan mengendap pada bagian bawah bak karena gaya gravitasi.

c. Bak Pencampur Cepat

Pada alat ini terjadi proses koagulasi. Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia yang disebut koagulan ke dalam air sehingga partikel-partikel tersebut akan menjadi stabil atau netral dan membentuk endapan. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

d. Penyaringan (*Screening*)

Screening adalah proses memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara kotoran-kotoran yang lebih kecil masih terikut dengan aliran air dan akan dipisahkan pada tahapan selanjutnya. Pada *screener* terdapat pembilas yang berfungsi untuk membersihkan *screener* dari kotoran-kotoran yang tersangkut agar tidak menghalangi aliran air.

e. Klorinasi

Untuk dapat digunakan sebagai air minum pada perkantoran maupun perumahan, air bersih (*filtered water*) harus melalui tahap klorinasi. Klorinasi adalah proses penambahan klorin dalam bentuk kaporit pada air yang berfungsi untuk membunuh kuman, bakteri, jamur, dan mikroorganisme lain sehingga air layak untuk dikonsumsi dan digunakan. Selanjutnya, air yang telah mengalami klorinasi akan ditampung di dalam tangki penyimpanan air bersih.

f. Tangki Penampung Air Bersih (*Filtered Water Storage Tank*)

Air bersih dari *sand filter* atau disebut biasa disebut *filtered water* ditampung di dalam tangki penampungan sementara. Air bersih ini kemudian akan didistribusikan dan diolah lebih lanjut untuk dapat digunakan sebagai air domestik (*domestic water*), air layanan umum (*service water*), air pendingin (*cooling water*) dan air umpan boiler (*boiler*

feed water).

g. *Cooling Tower*

Cooling tower merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan air dingin yang dapat digunakan sebagai pendingin pada alat-alat proses. Proses yang terjadi pada *cooling tower* adalah pengolahan air panas menjadi air dingin menggunakan udara sebagai media pendinginnya. Initial water ke *cooling tower* berasal dari *filtered water storage tank* dengan suhu sekitar 38°C yang dialirkan ke atas *cooling tower* melalui distributor. Air akan mengalami evaporasi, sehingga air akan dialirkan ke bawah melalui lubang saluran (*swirl*). Bersamaan dengan proses ini, terjadi pelepasan panas laten, sehingga sebagian air akan menguap ke atmosfer. Untuk itu, dibutuhkan *make-up water* sebagai kompensasi terjadinya *evaporation loss*. *Make-up water* juga berasal dari *filtered water storage tank*. Air yang mengalami evaporasi di *cooling tower* akan sama jumlahnya dengan *flow make-up water* yang masuk, sehingga kesetimbangan perpindahan panas antara udara dan air akan tetap stabil. Suhu air yang telah melalui proses pendinginan akan turun menjadi 30°C.

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu ditambahkan bahan-bahan kimia seperti *corrosion inhibitor*, *scale inhibitor*, *non-oxidizing biocide*, *dispersant*, *pH control* dan *oxidizing*

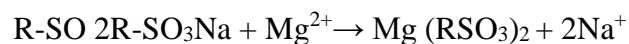
biocide.

h. Demineralisasi

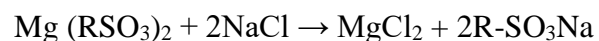
Air yang digunakan sebagai air umpan boiler untuk memproduksi *steam water* tidak cukup hanya air bersih saja, tetapi juga harus air murni yang terbebas dari kandungan mineral- mineral terlarut. Untuk itu, perlu dilakukan proses demineralisasi. Demineralisasi adalah proses menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* dengan jalan penukaran ion. Proses demineralisasi terjadi di alat-alat berikut berikut:

- Kation *Exchanger*

Kation *exchanger* merupakan unit yang berisi resin yang digunakan untuk menukar ion-ion positif atau kation. Kation yang terkandung dalam air seperti kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), natrium (Na^+), potasium (K^+), mangan (Mn^{2+}), besi (Fe^{2+}) dan aluminium (Al^{3+}) diganti dengan ion H^+ atau Na^+ dari resin. Kation-kation tersebut harus digantikan karena dapat menyebabkan *fouling* (kerak) pada *boiler* yang dapat mengganggu operasi. Reaksi penukaran kation yang terjadi dalam kation *exchanger* adalah sebagai berikut:

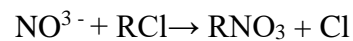


Kation resin ini perlu diregenerasikan kembali dengan NaCl apabila dalam waktu tertentu telah mengalami jenuh. Dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

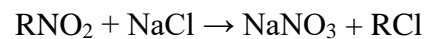


- *Anion Exchanger*

Anion exchanger merupakan unit yang berisi resin yang digunakan untuk menukar ion-ion negatif atau anion. Anion yang terkandung dalam air seperti bikarbonat (HCO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}), klorida (Cl^-), nitrat (NO_3^-), dan silika (SiO_2^-) diganti dengan resin yang memiliki sifat basa dan mempunyai formula RCl . Anion-anion tersebut harus digantikan karena dapat menyebabkan korosi pada boiler yang dapat mengganggu operasi. Reaksi penukaran anion yang terjadi dalam anion exchanger adalah sebagai berikut:



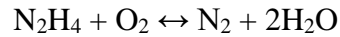
Anion resin ini perlu diregenerasikan kembali dengan NaCl apabila dalam waktu tertentu telah mengalami jenuh. Dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



- *Deaerator*

Air umpan *boiler* yang telah mengalami demineralisasi (*demin water*) pada kation *exchanger* dan anion *exchanger* akan mengalami proses deaerasi pada deaerator. Deaerasi adalah proses pembersihan air umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). *Demin water* dipompakan menuju deaerator kemudian diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_4) yang berfungsi untuk mengikat oksigen (O_2)

sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



3. Kebutuhan Air

Kebutuhan air pada pabrik glifosat ini disajikan pada Tabel 5.1 sampai 5.6.

a. Kebutuhan Air Domestik (*Domestic Water*)

Kebutuhan air domestik meliputi kebutuhan air karyawan dan kebutuhan air perumahan.

- Kebutuhan Air Karyawan

Jumlah karyawan = 160 orang

Kebutuhan air setiap karyawan = 100 kg/hari

Total kebutuhan air karyawan = 15.640 kg/hari

- Kebutuhan Air Perumahan

Jumlah rumah = 20 unit

Jumlah orang tiap rumah = 3 orang

Kebutuhan air setiap orang = 100 kg/hari

Total kebutuhan air perumahan = 120.000 kg/hari

= 5.000 kg/jam

Total kebutuhan air domestik = 20.640 kg/jam

Tabel 5.1 Kebutuhan *Domestic Water*

Keterangan	Jumlah (Kg/Jam)
------------	-----------------

Karyawan	15.640,08
Perumahan Karyawan	5.000
Total	20.640,08

b. Kebutuhan Air Layanan Umum (*Service Water*)

Kebutuhan air layanan umum meliputi kebutuhan air bengkel klinik, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, masjid, dan taman.

- Bengkel = 200 kg/hari
 - Klinik = 300 kg/hari
 - Laboratorium = 500 kg/hari
 - Pemadam kebakaran = 1.000 kg/hari
 - Kantin, Masjid, taman = 4.000 kg/hari
- Total kebutuhan service = 6.000 kg/hari
= 250 kg/jam

Tabel 5.2 Kebutuhan *Service Water*

Keterangan	Jumlah (Kg/Jam)
Karyawan	250
Total	250

c. Kebutuhan Air Pendingin (*Cooling Water*)

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin. Kebutuhan air pendingin pada pabrik glifosat terlampir pada Tabel 5.3 sebagai berikut:

Tabel 5.3 Kebutuhan *Cooling Water*

Alat	Kode Alat	Jumlah (Kg/Jam)
Reaktor	R-01	1.795,36
<i>Cooler</i>	CL-01	76.506,49
<i>Condensor</i>	CD-01	1.894.605.65
Total		1.972.907.51

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 10% sehingga menjadi 2.367.489,01 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pendingin mengalami *blowdon* pada unit *cooling tower* sehingga diperlukan adanya air *make-up*, kebutuhan air *make-up* yaitu sebesar 30.185,48 kg/jam.

d. Air untuk Uap (*Steam*)

Air uap adalah air yang digunakan sebagai media pemanas dalam alat proses. Air uap *boiler* harus memenuhi persyaratan, karena dapat mengakibatkan kerusakan pada alat sehingga dilakukan pencegahan agar tidak terjadi *scalling*, *fouling*, dan *foaming*. Kebutuhan *steam* untuk alat proses terlampir pada Tabel 5.4 sebagai berikut:

Tabel 5.4 Kebutuhan *Steam Water*

Alat	Kode Alat	Jumlah (Kg/Jam)
<i>Heater-01</i>	HE-01	5.591,30
<i>Decomposer</i>	DC-01	49.292,88
<i>Heater-02</i>	HE-02	19.754,87
Total		74.639,05

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 89.566,86 kg/jam. Air pembangkit *steam* 85% dimanfaatkan kembali, 15% air *make-up*, dikarenakan terjadinya *blowdown* pada *boiler* sebesar 10% sehingga dihasilkan *blowdown* sebesar 8.956,69 kg/jam dan penggunaan *steam trap* sebesar 5% sehingga didapatkan *steam trap* sebesar 4.478,34 kg/jam, sehingga jumlah air *make-up* yang dibutuhkan setelah dilakukan perhitungan yaitu sebesar 14.778,53 kg/jam.

e. Air Proses

Pabrik glifosat membutuhkan air proses sebesar 517.867,24 kg/jam yang digunakan untuk keperluan proses di Reaktor (R-01) dan *Mixer* (M-01). Perancangan dibuat *over design* 20%, sehingga total kebutuhan air proses menjadi 621.440,99 kg/jam.

5.2 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

Unit pembangkit *steam* digunakan untuk memenuhi kebutuhan *steam* pada alat proses yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi sebagai berikut:

Kapasitas : 89.566,86 kg/jam

Jenis : *Water tube boiler*

Jumlah : 1 Unit

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca, dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5–11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi. Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran *fuel oil* (burner) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding *tube*, sehingga temperaturnya naik dari suhu 30°C menjadi 150°C (*superheated steam*) yang kemudian dialirkan ke alat pemanas proses.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik di pabrik glifosat ini dipenuhi oleh PLN, selain itu listrik cadangan dihasilkan dari generator pabrik apabila ada gangguan pasokan listrik dari PLN setempat. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Energi listrik yang dihasilkan generator berasal dari putaran poros engkol yang digerakkan oleh panas yang dihasilkan dari bahan bakar solar.

Spesifikasi generator yang digunakan dalam pabrik ini yaitu:

Kapasitas : 1500 kW

Jenis : AC Generator

Jumlah : 1 Unit

Berikut merupakan rincian kebutuhan listrik, diantaranya sebagai berikut:

- a. Kebutuhan listrik untuk alat proses

Tabel 5.5 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Reaktor-01	R-01	30,00	22.371,00
<i>Mixer-01</i>	M-01	125,00	93.212,50
<i>Screener</i>	VS-01	0,01	7,38
<i>Bucket Elevator-01</i>	BE-01	0,05	37,29
<i>Bucket Elevator-02</i>	BE-02	0,13	93,21
<i>Bucket Elevator-03</i>	BE-03	0,25	186,43
<i>Bucket Elevator-04</i>	BE-04	0,05	37,29
<i>Belt Conveyor-01</i>	BC-01	0,50	372,85
<i>Belt Conveyor-02</i>	BC-02	0,67	497,13
<i>Screw Conveyor-01</i>	SC-01	0,43	320,65
<i>Screw Conveyor-02</i>	SC-02	0,43	320,65
<i>Screw Conveyor-03</i>	SC-03	0,43	320,65
<i>Screw Conveyor-04</i>	SC-04	3,00	2.237,10
<i>Screw Conveyor-05</i>	SC-05	0,43	320,65

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
<i>Screw Conveyor-06</i>	SC-06	0,43	320,65
Pompa-01	P-01	0,25	186,43
Pompa-02	P-02	5,00	3.728,50
Pompa-03	P-03	40,00	29.828,00
Pompa-04	P-04	10,00	7.457,00
Pompa-05	P-05	10,00	7.457,00
Pompa-06	P-06	20,00	14.914,00
Pompa-07	P-07	2,00	1.491,40
Total		249,05	185.717,75

Power yang dibutuhkan = 185.717,75 Watt

= 185,72 kW

b. Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 5.6 Kebutuhan Listrik untuk Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Tangki Flukulator	TU-01	2,00	1.491,40
Klarifier	KL-01	0,50	372,85
Tangki Deklorinasi	TU-02	0,50	372,85

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
<i>Blower Cooling Tower</i>	CT-01	75,00	55.927,50
Pompa-01	PU-01	125,00	93.212,50
Pompa-02	PU-02	75,00	55.927,50
Pompa-03	PU-03	60,00	44.742,00
Pompa-04	PU-04	40,00	29.828,00
Pompa-05	PU-05	1,00	745,70
Pompa-06	PU-06	60,00	44.742,00
Pompa-07	PU-07	3,00	2.237,10
Pompa-08	PU-08	3,00	2.237,10
Total		445,00	331.836,50

Power yang dibutuhkan = 331.836,50 Watt

$$= 331.84 \text{ kW}$$

- c. Kebutuhan Listrik instrumentasi atau alat kontrol

Power yang dibutuhkan untuk alat kontrol diperkirakan 25% dari total

kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor : $P = 129,39 \text{ kW}$

- d. Kebutuhan listrik untuk penerangan

Power yang dibutuhkan untuk alat penerangan diperkirakan 15% dari

total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor : $P = 77,63 \text{ kW}$

e. Kebutuhan listrik untuk peralatan kantor

Power yang dibutuhkan untuk kantor seperti (AC, *computer*, dan lain-lain) diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor:

$$P = 77,63 \text{ kW}$$

f. Kebutuhan listrik untuk bengkel, laboratorium, dan lain-lain

Power yang dibutuhkan untuk bengkel, laboratorium, dan lain-lain diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor : $P =$

$$77,63 \text{ kW}$$

g. Kebutuhan listrik perumahan

Setiap rumah diperkirakan memerlukan listrik = 1.300 Watt

Jumlah rumah = 20 unit

Kebutuhan listrik = 26 kW

Total kebutuhan listrik pabrik dapat dilihat berdasarkan tabel berikut:

Tabel 5.7 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Alat Proses	185,72
2	Alat Utilitas	331,84
3	Penerangan	77,63
4	Peralatan Kantor	77,63
5	Laboratorium dan Bengkel	77,63
6	Instrumentasi/alat kontrol	129,39

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
7	Perumahan	26,00
Total		905,84

Kebutuhan listrik disuplai dari PLN, namun sebagai cadangan terdapat sebuah generator mandiri sebagai cadangan jika terjadi pemadaman listrik oleh PLN secara mendadak.

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Dalam pabrik ini udara tekan dibutuhkan untuk menggerakkan instrumen-instrumen kontrol sebagai penggerak alat-alat kontrol di pabrik yang bekerja secara pneumatis. Tekanan udara instrumen yang digunakan adalah 7,2 bar. Dalam pabrik glifosat ini terdapat sekitar 22 alat kontrol yang memerlukan udara tekan untuk menggerakannya. Mekanisme atau proses untuk membuat udara tekan yaitu udara lingkungan ditekan menggunakan kompresor yang dilengkapi filter (penyaring) udara hingga mencapai tekanan 7,2 bar, selanjutnya udara tersebut dialirkan menuju alat kontrol dan alat proses yang membutuhkannya. Total kebutuhan udara instrumen diperkirakan sebesar 41,12 m³/jam. Udara yang digunakan harus dalam keadaan kering sehingga begitu keluar dari blower, udara dilewatkan melalui sebuah tangki udara (bejana pengering) yang berisi *silica gel*.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

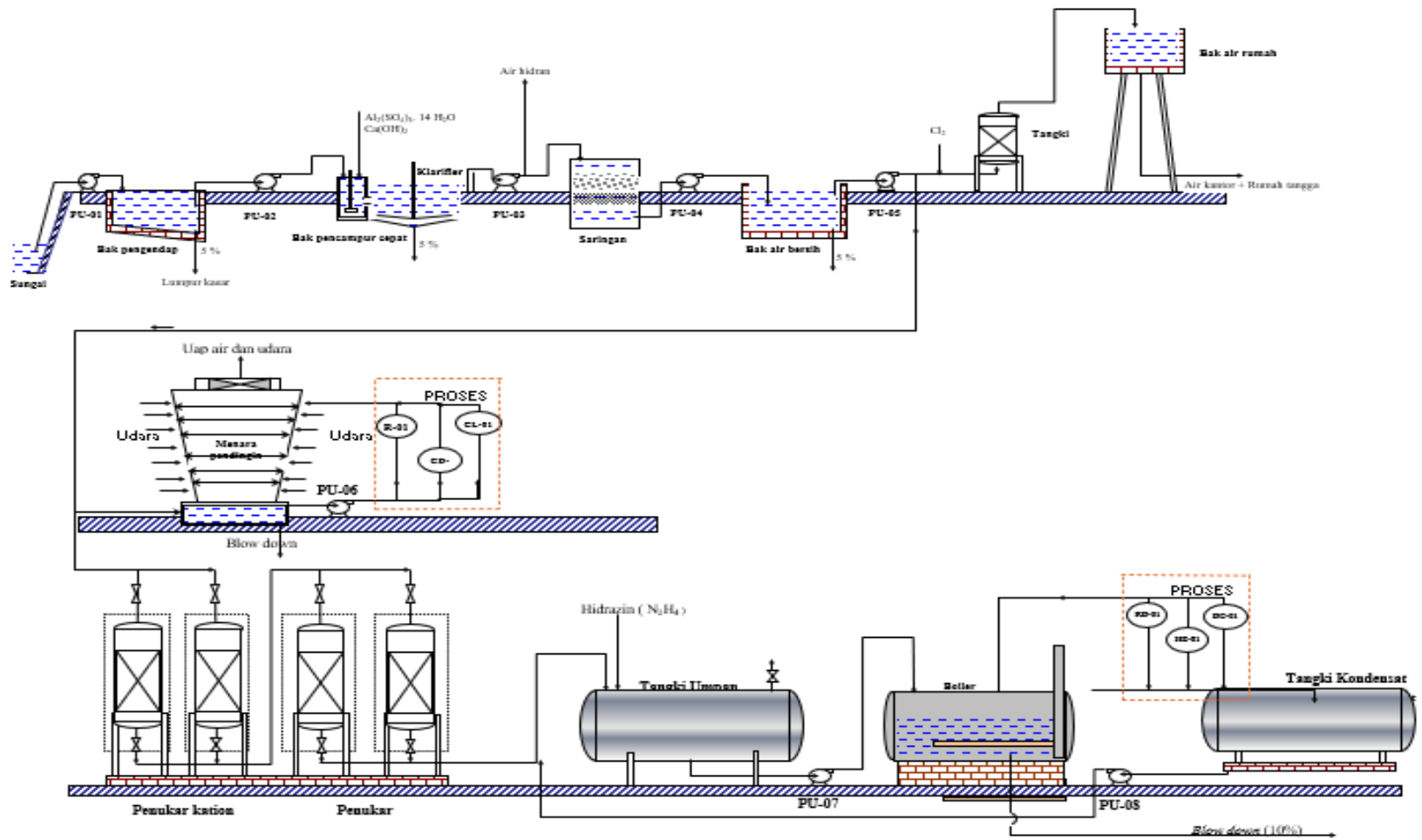
Unit penyediaan bahan bakar bertugas menyediakan kebutuhan bahan

bakar pabrik. Bahan bakar yang disediakan pada unit ini adalah kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah *diesel*/solar. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* sebesar 7.560,26 kg/jam dan bahan bakar generator sebesar 139,84 kg/jam.

5.6 Unit Pengelolaan Limbah

- Limbah glifosat, *NPMIDA*, dan H₂O dalam fasa cair yang terbuang dari hasil bawah *Centrifuge* (CF-02) yang dialirkan menuju UPL.
- Limbah glifosat, *NPMIDA*, dan H₂O dalam fasa cair yang terbuang dari hasil atas *Rotary Dryer* (RD) yang dialirkan menuju UPL.
- Limbah CO₂ dan H₂ dalam fasa gas yang ditampung ditangki terlebih dahulu untuk proses lebih lanjut.
- Limbah H₂O keluaran separator sisa recycle sebagai purge.

Dari limbah tersebut berfasa cair dan bersifat asam, maka dari itu perlu pengolahan limbah dengan cara menetralisasi nilai pH. Netralisasi merupakan proses untuk menjadikan pH larutan menjadi netral (pH=7). Menetralkannya dengan cara mengalirkan limbah asam melalui lapisan batu kapur atau dengan menambahkan larutan soda kaustik (NaOH) atau soda abu (NaCO). Tujuan proses netralisasi adalah untuk menjaga kondisi operasi pada saat pembuangan limbah sehingga kelestarian biota air tetap terjaga dengan baik.



Gambar 5.1 Diagram Alir Unit Utilitas

Keterangan:

1. BU-01 : Bak Pengendap Awal
2. BU-02 : Bak Pencampur Cepat
3. KL : Klarifier
4. FU : Saringan Pasir
5. BU-03 : Bak Air Bersih
6. TU-01 : Tangki Deklorinasi
7. BU-04 : Bak Air Rumah Tangga
8. CT : *Cooling Tower*
9. TU-02 : Tangki Penukar Kation
10. TU-03 : Tangki NaOH
11. TU-04 : Tangki Penukar Anion
12. TU-05 : Tangki NaCl
13. TU-06 : Tangki Umpan Boiler
14. BO : Boiler 150 °C
15. TU-07 : Tangki Kondensat
16. PU-01-08 : Pompa Utilitas

5.7 Spesifikasi Alat
1. Pompa Utilitas

Tabel 5.8 Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai menuju bak pengendap awal	Mengalirkan air dari bak pengendap awal menuju bak klarifier	Mengalirkan air dari bak klarifier menuju saringan pasir	Mengalirkan air dari saringan pasir menuju bak air bersih
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	5.866,29 gpm	6.842,15 gpm	6.175,04 gpm	5.866,29 gpm
Jumlah	2 unit	2 unit	2 unit	2 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>

Parameter	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04
Kondisi Operasi:				
- Suhu	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C
- Tekanan masuk	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
- Tekanan keluar	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Dimensi:				
- ID	21,25 in	21,25 in	21,25 in	21,25 in
- OD	22,00 in	22,00 in	22,00 in	22,00 in
- IPS	22,00 in	22,00 in	22,00 in	22,00 in
- Flow area	355,00 in ²	355,00 in ²	355,00 in ²	355,00 in ²
Kecepatan Aliran	5,30 ft/s	6,18 ft/s	5,58 ft/s	5,30 ft/s
Power Pompa	91,08 kW	55,80 kW	36,28 kW	24,06 kW
Power Motor	93,21 kW	55,93 kW	44,74 kW	29,83 kW

Parameter	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04
Harga	US \$ 17.000	US \$ 17.000	US \$ 17.000	US \$ 17.000

Tabel 5.8 Spesifikasi Pompa Utilitas (lanjutan)

Parameter	PU-05	PU-06	PU-07	PU-08
Fungsi	Mengalirkan air dari bak air bersih menuju tangka deklorinasi	Mengalirkan air dari bak air bersih menuju <i>cooling tower</i>	Mengalirkan air dari tangki umpan <i>boiler</i> menuju <i>boiler</i>	Mengalirkan air dari tangki kondensat kembali ke umpan <i>boiler</i>
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	106,61 gpm	5.604,79 gpm	462,63 gpm	462,63 gpm
Jumlah	1 unit	2 unit	1 unit	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-</i>	<i>Carbon Steel SA-</i>	<i>Carbon Steel SA-283</i>	<i>Carbon Steel SA-283</i>

Parameter	PU-05	PU-06	PU-07	PU-08
	<i>283 Grade C</i>	<i>283 Grade C</i>	<i>Grade C</i>	<i>Grade C</i>
Kondisi Operasi:				
- Suhu	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C
- Tekanan masuk	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
- Tekanan keluar	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Dimensi:				
- ID	4,03 in	19,25 in	7,98 in	7,98 in
- OD	4,50 in	20,00 in	8,63 in	8,63 in
- IPS	4,00 in	20,00 in	8,00 in	8,00 in
- Flow area	12,70 in ²	291,00 in ²	50,00 in ²	50,00 in ²
Kecepatan Aliran	2,69 ft/s	6,18 ft/s	5,58 ft/s	2,97 ft/s
Power Pompa	0,43 kW	32,90 kW	1,50 kW	1,50 kW

Parameter	PU-05	PU-06	PU-07	PU-08
Power Motor	0,75 kW	44,74 kW	2,24 kW	2,24 kW
Harga	US \$ 3.700	US \$ 15.600	US \$ 6.900	US \$ 6.900

2. Bak Penampung

Tabel 5.9 Spesifikasi Bak Penampung

Spesifikasi	Bak Utilitas			
Kode	BU-01	BU-02	BU-03	BU-04
Fungsi	Mengendapkan kotoran kasar yang terbawa oleh air sungai	Mencampur bahan kimia penggumpal dan pengurang kesadahan	Mengendapkan menampung air bersih dari saringan pasir	Menampung air untuk kantor pelayanan dan rumah tangga
Jenis	Bak Persegi Panjang	Bak Persegi Panjang	Bak Persegi Panjang	Bak Persegi Panjang
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>

Spesifikasi	Bak Utilitas				
	Kode	BU-01	BU-02	BU-03	BU-04
Kondisi Operasi:					
- Suhu	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C
- Tekanan masuk	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
- Tekanan keluar	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Panjang	29,92 m	28,92 m	18,53 m	17,59 m	
Lebar	29,92 m	28,92 m	18,53 m	17,59 m	
Tinggi	14,96 m	14,46 m	9,26 m	8,79 m	
Volume	13.397,36 m ³	12.091,11 m ³	3.179,17 m ³	2.725,74 m ³	

3. Tangki Utilitas

Tabel 5.10 Spesifikasi Tangki Utilitas

Spesifikasi	Tangki Utilitas			
Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04
Fungsi	Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air	Melarutkan NaCl untuk regenerasi penukar kation	Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air	Melarutkan NaOH untuk regenerasi penukar Anion
Jenis	Tangki silinder tegak			
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Spesifikasi				
Diameter	15,95 m	6,88 m	6,61 m	0,92 m
Tinggi	15,95 m	13,77 m	2,29 m	0,92 m

Spesifikasi	Tangki Utilitas			
Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04
Volume	3.184,51 m ³	512,21 m ³	65,26 m ³	0,62 m ³
Harga	US \$ 77.200	US \$ 61.900	US \$ 48.500	US \$ 27.600

Tabel 5.10 Spesifikasi Tangki Utilitas (lanjutan)

Spesifikasi	Tangki Utilitas	
Kode	TU-05	TU-06
Fungsi	Menghilangkan ion-ion negatif yang masih terbawa dari bak air bersih	Menyimpan air umpan boiler
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder horizontal dilengkapi dengan deaerator
Jumlah	1 unit	1 unit

Spesifikasi	Tangki Utilitas	
Kode	TU-05	TU-06
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Spesifikasi		
Diameter	4,87 m	5,01 m
Tinggi	2,09 m	5,01 m
Volume	35,40 m ³	98,52 m ³
Harga	US \$ 45.000	US \$ 50.900

4. Saringan Pasir

Tabel 5.11 Spesifikasi Saringan Pasir

Spesifikasi	Saringan Pasir
Kode	SPU
Fungsi	Menyaring pasir yang terbawa oleh sungai
Jenis	bak silinder tegak dilengkapi pengaduk
Jumlah	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
Spesifikasi	
Panjang	10,53 m
Lebar	10,53 m
Tinggi Tumpukan	1,45 m

5. Klarifier

Tabel 5.12 Spesifikasi Klarifier

Spesifikasi	Klarifier
Kode	KLU
Fungsi	Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran koloid yang terbawa oleh air.
Jenis	Bak silinder tegak dengan bentuk kerucut

Spesifikasi	Klarifier
Kode	KLU
Jumlah	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
Spesifikasi	
Diameter	25,30 m
Tinggi	25,30 m
Volume	12.716,68 m ³
Harga	US \$ 38.100

6. *Cooling Tower*

Tabel 5.13 Spesifikasi *Cooling Tower*

Spesifikasi	<i>Cooling Tower</i>
Kode	CTU
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Jenis	Menara pendingi jujut tarik
Jumlah	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
Panjang	8,56 m

Spesifikasi	<i>Cooling Tower</i>
Kode	CTU
Lebar	8,56 m
Tinggi	13,34 m
Daya Motor	150 Hp

7. *Boiler*

Tabel 5.14 Spesifikasi *Boiler*

Spesifikasi	<i>Boiler</i>
Kode	BO
Fungsi	Mencampur kondensat sirkulasi dan <i>makeup</i> air umpan <i>boiler</i>
Jenis	<i>Water Tube Boiler</i>
Jumlah	1 unit
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
Spesifikasi	
Panjang	5,82 m
Lebar	5,82 m
Tinggi	2,91 m

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi dalam pra rancangan suatu pabrik dilakukan untuk memperkirakan modal investasi dalam pendirian suatu pabrik dan juga performa ekonomi suatu pabrik. Dalam perancangan pabrik terdapat estimasi harga alat-alat dan kebutuhan utilitas yang akan dijadikan sebagai patokan estimasi evaluasi analisa ekonomi yang berkaitan dengan investasi penanaman modal. Selain itu evaluasi ekonomi juga sebagai alat untuk menilai bahwa suatu pabrik layak atau tidak layak untuk dibangun. Dalam evaluasi ekonomi terdapat faktor-faktor yang ditinjau:

1. *Return On Investment (ROI)*

ROI merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan. Secara matematis ROI dapat dihitung dengan membandingkan keuntungan tahunan dengan modal investasi dalam satuan persen. Nilai ROI diperoleh menggunakan rumus:

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

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

2. *Pay Out Time (POT)*

POT merupakan jumlah tahun dimana modal investasi dapat dikembalikan dari keuntungan yang dihitung sebelum dilakukan pengurangan dengan depresiasi. Jika suatu pabrik memiliki nilai prediksi POT terlalu tinggi, maka pabrik tersebut tidak

menarik bagi investor. Nilai POT diperoleh menggunakan rumus:

$$POT \text{ sebelum pajak} = \frac{\text{Fixed Capital}}{\text{Keuntungan Sebelum Pajak} + 0,1 \times (\text{Fixed Capital})} \times 100\%$$

$$POT \text{ setelah pajak} = \frac{\text{Fixed Capital}}{\text{Keuntungan Setelah Pajak} + 0,1 \times (\text{Fixed Capital})} \times 100\%$$

3. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

DCFR merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal dimana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Batasan DCFR sendiri adalah 1,5 kali bunga bank. Batasan Nilai DCFR didapatkan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Batasan DCFR} = 1,5 \times \text{Suku bunga bank}$$

4. *Break Even Point (BEP)*

BEP merupakan terjadinya titik impas produksi dimana menunjukkan tingkat jumlah biaya dan penghasilan dengan nilai yang sama. Titik ini melambangkan kondisi pabrik dimana tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Pabrik akan mengalami keuntungan jika pabrik beroperasi diatas titik impas (BEP), begitu juga sebaliknya pabrik akan mengalami kerugian apabila pabrik beroperasi dibawah BEP. Nilai BEP dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Dengan:

Fa (*Fixed Cost*) : total biaya depresiasi, pajak proserti, dan asuransi

Ra (*Regulated Cost*) : total biaya gaji karyawan, *payroll overhead*, supervisi, *plant overhead*, laboratorium, *general expense*, *maintenance*, dan *plant supplies*

Va (*Variable Cost*) : total biaya bahan baku, *packaging*, *shipping*, *royalti*

Sa (*Sales*) : biaya penjualan

5. *Shut Down Point (SDP)*

SDP adalah titik penentuan suatu operasi pabrik atau aktivitas produksi dihentikan. Hal ini dapat terjadi jika nilai *variable cost* yang terlalu tinggi, atau faktor lainnya seperti sistem manajemen yang buruk sehingga tidak dapat menghasilkan suatu profit. Berikut rumus untuk memperoleh nilai SDP:

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

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

- a. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investmen*) yang terdiri dari:
 1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investmen*)
 2. Modal Kerja (*Working Capital Investmen*)
- b. Penentuan Biaya Produksi (*Total Production Cost*) yang terdiri dari:
 1. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 2. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

c. Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

1. Biaya Tetap (*Fixed Cost/Fa*)
2. Biaya Variabel (*Variable Cost/Va*)
3. Biaya Pengembangan (*Regulated Cost/Ra*)

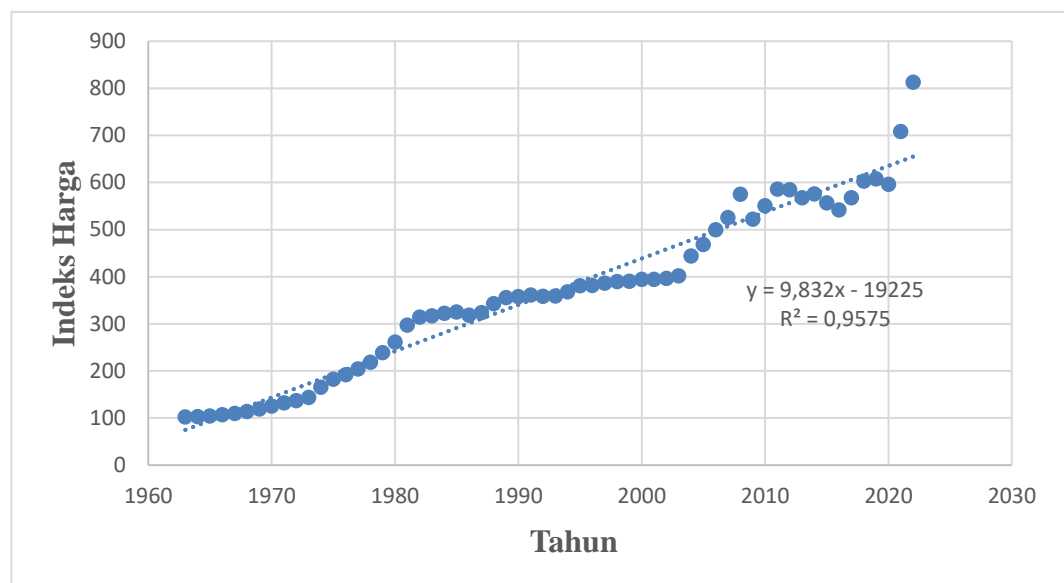
Evaluasi ekonomi pabrik glifosat ini memiliki basis perhitungan sebagai berikut:

Kapasitas Produksi	: 20.000 ton per tahun
Waktu operasi dalam setahun	: 330 hari
Tahun pendirian pabrik	: 2030
Kurs 1 USD ke Rupiah	: Rp. 15.695
Upah pekerja asing	: 10\$/ manhours
Upah Pekerja Indonesia	: 20.000 Rp/manhourse
% tenaga asing	: 5%
% tenaga Indonesia	: 95%

6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses tiap alat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Artinya harga peralatan tidak tetap untuk tiap tahunnya, harga bisa mengalami kenaikan atau pun penurunan tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Estimasi harga alat dapat dilakukan dengan menentukan indeks alat tersebut pada tahun tertentu. Analisa harga alat dilakukan pada tahun 2024 untuk

pembelian alat pada tahun pembangunan yaitu 2030. Untuk mendapatkan harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa. Harga indeks tahun 2030 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1963 sampai 2022 (sumber: personalpages.manchester.ac.uk). Berikut merupakan grafik hubungan antara tahun dengan indeks harga:



Grafik 6.1 Grafik indeks harga

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, berdasarkan data diatas maka didapatkan persamaan berikut:

$$y = 9,832 x - 19225 \quad (6.1)$$

Dimana:

y = indeks harga

x = tahun pembelian

Dari persamaan (6.1) diperoleh indeks harga pada tahun 2030 adalah 733,96.

Untuk memperkirakan harga alat, terdapat dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga.

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (6.2)$$

Dimana:

E_x = Harga alat pada tahun x

E_y = Harga alat pada tahun y

N_x = Indeks harga pada tahun x

N_y = Indeks harga pada tahun y

(Aries dan Newton, 1955)

Berikut daftar harga alat proses dan alat utilitas dapat dilihat pada Tabel 6.1 dan tabel 6.2 di bawah ini:

Tabel 6.1 Daftar harga alat proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga (\$)	Total Harga (\$)
1	Reaktor	R-01	1	273.913	273.913
2	Mixer	MIX-01	8	541.456	4.331.651
3	Centrifuge 1	CF-01	1	19.110	19.110
4	Dekomposer	DC	1	150.231	150.231

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga (\$)	Total Harga (\$)
5	Crystallizer	CR	1	675.228	675.228
6	Centrifuge-02	CF-02	1	12.103	12.103
7	Rotary Dryer	RD	1	1.137.695	1.137.695
8	Vibrating Screen	VS	1	22.932	22.932
9	Separator	SP	1	22.932	22.932
10	Screw Conveyor 1	SC-01	1	3.185	3.185
11	Screw Conveyor 2	SC-02	1	3.185	3.185
12	Screw Conveyor 3	SC-03	1	3.185	3.185
13	Screw Conveyor 4	SC-04	1	6.370	6.370
14	Screw Conveyor 5	SC-05	1	3.185	3.185
15	Screw Conveyor 6	SC-06	1	3.185	3.185
16	Belt Conveyor 1	BC-01	1	3.822	3.822
17	Belt Conveyor 2	BC-01	1	3.822	3.822
18	Bucket Elevator 1	BE-01	1	11.466	11.466
19	Bucket Elevator 2	BE-02	1	18.473	18.473
20	Bucket Elevator 3	BE-03	1	11.466	11.466
21	Bucket Elevator 4	BE-04	1	11.466	11.466

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga (\$)	Total Harga (\$)
22	Tangki 1	T-01	1	101.978	101.978
23	Tangki 2	T-02	1	44.615	44.615
24	Tangki 3	T-03	1	24.220	24.220
25	Pompa 1	P-01	1	5.736	5.736
26	Pompa 2	P-02	1	16.571	16.571
27	Pompa 3	P-03	1	29.319	29.319
28	Pompa 4	P-04	1	24.857	24.857
29	Pompa 5	P-05	1	25.494	25.494
30	Pompa 6	P-06	1	29.319	29.319
31	Pompa 7	P-07	1	16.954	16.954
32	Heat Exchanger 1	HE-01	1	60.549	60.549
33	Cooler 1	CL	1	60.549	60.549
34	Condensor Partial 1	CDP	1	60.549	60.549
Total					7.352.999

Tabel 6.2 Daftar harga alat utilitas

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga (\$)	Total Harga (\$)
1	Pompa 1	PU-01	1	49.687	49.687
2	Pompa 2	PU-02	1	49.687	49.687
3	Pompa 3	PU-03	1	49.687	49.687
4	Pompa 4	PU-04	1	49.687	49.687
5	Pompa 5	PU-05	1	6.752	6.752
6	Pompa 6	PU-06	1	44.081	44.081
7	Pompa 7	PU-07	1	15.288	15.288
8	Pompa 8	PU-08	1	15.288	15.288
9	Tangki 1	TU-01	1	453.987	453.987
10	Tangki 2	TU-01	1	141.927	141.927
11	Tangki 3	TU-01	1	65.983	65.983
12	Tangki 4	TU-01	1	19.407	19.407
13	Tangki 5	TU-01	1	518	518
14	Tangki 6	TU-01	1	156.288	156.288
15	Tangki 7	TU-01	1	8.927	8.927
16	Tangki 8	TU-08	1	4.916	4.916

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga (\$)	Total Harga (\$)
17	Tangki 9	TU-09	1	1.941	1.941
18	Tangki 10	TU-10	1	37.131	37.131
19	Tangki 11	TU-11	1	24.970	24.970
20	Tangki 12	TU-12	1	48.646	48.646
21	Tangki 13	TU-13	1	49.164	49.164
22	Boiler	Boiler	1	515.700	515.700
23	Filter Udara 1	FU-01	1	1.399.738	1.399.738
24	Filter Udara 2	FU-02	1	216.837	216.837
25	Clarifier	KL	1	88.624	88.624
26	Cooling Tower	CT	1	2.976	2.976
27	Dearator	Deaerator	1	48.646	48.646
28	Bak Utilitas	BU-01	1	21.283,197	21.283,197
29	Bak Utilitas	BU-02	1	14.139,568	14.139,568
30	Bak Utilitas	BU-03	1	3.996,874	3.996,874
31	Bak Utilitas	BU-04	1	32.243,111	32.243,111
32	Bak Utilitas	BU-05	1	436,719	436,719
Total					3.638.580

Dari hasil penaksiran harga alat tersebut, maka diketahui bahwa total harga alat adalah senilai 10.991.579 USD atau sekitar Rp. 172.513.929.271.

6.2 Asumsi Penentuan Total Capital Investmen (TCI)

Asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi:

- a. Pembangunan fisik pabrik akan dilaksanakan pada tahun 2030 dan pabrik dapat beroperasi secara komersial pada awal tahun 2031
- b. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
- c. Kapasitas produksi adalah 20.000 ton/tahun
- d. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun
- e. Shut down pabrik dilaksanakan selama 20 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik
- f. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan
- g. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun
- h. Situasi pasar, biaya, dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi

6.3 Perhitungan Biaya

6.3.1 *Capital Investmen*

Capital Investmen merupakan banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya (Peters dan Timmerhaus, 2004). *Capital Investmen* terdiri dari:

- a. *Fixed Capital Investmen*

Fixed capital investmen merupakan modal yang dibutuhkan untuk

mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik. Hasil perhitungan masing-masing dapat dilihat pada tabel 6.3-6.6

Tabel 6.3 *Physical Plant Cost* Alat Proses (PPC)

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Purchasing equipment cost</i>	8.088.299	126.946.663.089
2	Instalasi	3.477.969	54.587.065.128
3	Instrumentasi dan kontrol	1.213.245	19.041.999.463
4	Pemipaan	6.955.937	109.174.130.257
5	Instalasi listrik	1.213.245	19.041.999.463
6	Instalasi isolasi	647.064	10.155.733.047
Total		21.595.759	388.947.590.448

Tabel 6.4 *Direct Plant Cost* Alat Utilitas (DPC)

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Purchasing equipment cost</i>	3.923.128	61.573.890.054
2	Instalasi	1.686.945	26.476.772.723
3	Instrumentasi dan kontrol	588.469	9.236.083.508
4	Pemipaan	3.373.890	52.953.545.446
5	Instalasi listrik	588.469	9.236.083.508
6	Instalasi isolasi	313.850	4.925.911.204

Total	10.474.752	164.402.286.443
--------------	-------------------	------------------------

Tabel 6.5 *Physical Plant Cost Land and Yard (PPC)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	PPC Alat proses	21.595.759	338.947.590.448
2	PPC Alat Utilitas	10.474.752	164.402.286.443
3	Bangunan	799.421	12.547.000.000
4	Tanah	1.216.062	19.792.500.000
Total		34.130.995	535.689.376.891

Tabel 6.6 *Direct Plant Cost (DPC)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Physical Plant Cost</i>	34.130.995	535.689.376.891
2	<i>Engineering & Construction</i> (20%)	6.826.199	107.137.875.378
Total		40.957.194	642.827.252.269

Tabel 6.7 *Fixed Capital Investement (FCI)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	40.957.194	642.827.252.269
2	<i>Engineering and Construction</i>	6.826.199	107.137.875.378
3	<i>Contractor Fee</i>	819.144	12.856.545.045

4	<i>Contingency Cost</i>	4.095.719	64.282.725.227
Total		52.698.256	827.104.397.920

b. Working Capital Investmen

Working Capital Investmen merupakan biaya yang diperlukan dalam perjalanan usaha agar operasi dapat berjalan sesuai dengan target diwaktu tertentu. Biaya ini didapat dari biaya bahan baku untuk kebutuhan produksi dan siklus pribadi, biaya penyimpanan produk sebelum dikirimkan ke konsumen dan biaya pembayaran gaji, jasa, dan meterial. Berikut nilai *Working Capital Investmen* dari pabrik glifosat:

Tabel 6.8 *Working Capital Investmen* (WCI)

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	15.134.263	237.533.764.910
2	<i>In process inventory</i>	4.130.708	64.831.872.021
3	<i>Product Inventory</i>	22.948.377	360.177.066.783
4	<i>Available Cash</i>	22.948.377	360.177.066.783
5	<i>Extended Credit</i>	550.761.040	8.644.249.602.801
Total		615.922.764	9.666.969.373.299

6.3.2 Manufacturing Cost

Manufacturing Cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk melakukan produksi

suatu produk. *Manufacturing Cost* terdiri dari:

a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct manufacturing cost merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan langsung dalam pembuatan produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik. Berikut yang termasuk *Direct Manufacturing Cost*:

Tabel 6.9 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Raw Material</i>	181.611.151	2.850.405.178.922
2	<i>Utilities</i>	26.073.078	409.219.559.521
3	<i>Labor</i>	873.521	13.710.000.000
44	<i>Supervision</i>	87.352	1.317.000.000
5	<i>Maintenance</i>	1.580.948	24.813.131.938
6	<i>Plant Supplies</i>	237.142	3.721.969.791
7	<i>Royalty and Patents</i>	7.114	111.659.791
Total		210.470.306	3.303.352.499.265

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut terkait langsung oleh unit produksi dalam pabrik. Berikut yang termasuk *Indirect Manufacturing Cost*:

Tabel 6.10 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Payroll Overhead</i>	87.352	1.371.000.000
2	<i>Laboratory</i>	87.352	1.371.000.000
3	<i>Plant Overhead</i>	349.408	5.484.000.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	59.727.839	937.434.408.881
Total		60.251.952	945.660.408.881

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan dengan initial *Fixed Capital Investment*. Biaya *Fixed Manufacturing Cost* bersifat tetap, tidak bergantung waktu dan tingkat produksi. Hal tersebut dikarenakan biaya *Fixed Manufacturing Cost* selalu dikeluarkan baik saat pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi. Berikut yang termasuk *Fixed Manufacturing Cost*:

Tabel 6.11 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Depreciation</i>	4.215.860	66.168.351.834
2	<i>Property tax</i>	526.983	8.271.043.979
3	<i>Insurance</i>	526.983	8.271.043.979

Total	5.269.826	82.710.439.792
--------------	------------------	-----------------------

Sehingga didapatkan *total manufacturing cost* yang dapat dilihat pada tabel 6.12 berikut:

Tabel 6.12 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	209.858.743	3.293.753.952.728
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	60.251.952	945.660.408.881
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	5.269.826	82.710.439.792
Total		275.380.520	4.322.124.801.400

6.3.3 Pengeluaran Umum atau *General Expense*

General Expense atau disebut pengeluaran umum merupakan pengeluaran yang terdiri dari pengeluaran-pengeluaran yang berhubungan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk oleh *Manufacturing Cost*. Berikut rincian bagian dari *General Expense*:

Tabel 6.13 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	Administrasi	20.058.631	314.822.213.137
2	<i>Sales</i>	33.431.051	524.703.688.561
3	<i>Finance</i>	13.372.420	209.881.475.424

4	<i>Research</i>	13.372.420	209.881.475.424
Total		80.234.522	1.259.288.852.546

Sehingga nilai *total production cost* yaitu dapat dilihat pada tabel 6.14 berikut:

Tabel 6.14 *Total Production Cost*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Manufacturing Cost</i>	275.380.520	4.322.124.801.400
2	<i>General Expense</i>	80.234.522	1.259.288.852.546
Total		355.615.043	5.581.413.653.947

6.4 Analisa Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp. 5.973.698.519.788

Total Production Cost : Rp. 5.581.413.653.947

Keuntungan = Total Penjualan – Total Biaya Produksi
= Rp. 5.973.698.519.788 – Rp. 5.581.413.653.947
= Rp. 392.284.865.841

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak 25% dari keuntungan sebelum pajak:

25% x Rp. 392.284.865.841

Pajak = Rp. 98.071.216.460

Keuntungan = Keuntungan sebelum pajak – pajak

$$= \text{Rp. } 392.284.865.841 - \text{Rp. } 98.071.216.460$$

$$= \text{Rp. } 294.213.649.381$$

6.5 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan berfungsi untuk mengetahui laba yang didapatkan agar mendapatkan keuntungan maksimum dan bisa melihat hasil keuntungan kecil atau besar, agar bisa dikategorikan pabrik yang potensial atau tidak potensial dari sisi ekonomi, ada beberapa cara yang dilakukan untuk melihat suatu kelayakan pabrik, antara lain:

1. *Return On Investment (ROI)*

ROI merupakan besarnya keuntungan yang diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap. Perhitungan ROI sangat penting bagi perusahaan untuk mengetahui kapan modal dapat dikembalikan. Syarat ROI sebelum pajak berdasarkan (Tabel 54. Aries, Newton, 1995:193) yaitu untuk ROI minimal 44% pabrik tergolong *high risk* sedangkan ROI minimal 11% untuk pabrik tergolong *low risk*. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai ROI:

- a. ROI sebelum pajak = 47%
- b. ROI setelah pajak = 36%

2. *Pay Out Time (POT)*

Syarat POT sebelum pajak berdasarkan (Tabel 55. Aries, Newton, 1995:196) yaitu untuk pabrik yang nilai POT nya lebih dari sama dengan dua tahun dan kurang dari sama dengan 5 tahun pabrik tergolong *low risk* dan untuk pabrik yang nilai POT nya kurang dari 2 tahun pabrik tergolong *high risk*.

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai POT:

- a. POT sebelum pajak = 2,06 tahun
- b. POT setelah pajak = 2,73 tahun

3. *Break Event Point* (BEP)

BEP merupakan titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Nilai BEP pada pabrik umumnya berada pada range 40-60%. Berikut data-data yang digunakan untuk menghitung BEP:

Tabel 6.15 *Annual Fixed Cost* (Fa)

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	<i>Depreciation</i>	4.215.860	66.168.351.843
2	<i>Property Taxes</i>	526.983	8.271.043.979
3	<i>Insurances</i>	526.983	8.271.043.979
Total		5.269.826	82.710.439.792

Tabel 6.16 *Annual Variable Cost* (Va)

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	Bahan baku	181.611.151	2.850.405.178.922
2	<i>Packaging and shipping</i>	59.727.839	937.434.408.881
3	Biaya bahan utilitas	26.073.078	409.219.559.521
4	<i>Royalties and patents</i>	1.581	24.813.132
Total		267.413.649	4.197.083.960.456

Tabel 6.17 Annual Regulated Expense (Ra)

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp.)
1	Gaji karyawan	873.521	13.710.000.000
2	<i>Payroll overhead</i>	87.352	1.371.000.000
3	<i>Supervise</i>	87.352	1.371.000.000
4	<i>Laboratory</i>	87.352	1.371.000.000
5	<i>General expense</i>	80.234.522	1.259.288.852.546
6	<i>Maintenance</i>	1.053.965	16.542.087.958
7	<i>Plant Supplies</i>	158.095	2.481.313.194
8	<i>Plant overhead</i>	349.408	5.484.000.000
Total		82.931.568	1.301.619.253.698

Dari data-data tersebut digunakan untuk menghitung nilai BEP dan didapatkan nilainya yaitu:

$$\text{BEP} = 54,67\%$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik layak untuk didirikan.

4. *Shut Down Point (SDP)*

SDP merupakan titik atau kondisi saat penentuan suatu aktivitas produksi harus berhenti. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Berdasarkan perhitungan didapatkan nilainya yaitu:

$$SDP = 28,17\%$$

5. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

DCFR merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Batasan DCFR sendiri adalah 1,5 kali bunga bank.

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

Dimana:

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

CF : *Cash Flow + WC + SV*

: *Profit after taxes + depresiasi + finance*

n : *Umur Pabrik*

i : nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut:

FCI = Rp. 827.104.397.920

WC = Rp. 9.751.074.938.393

SV = Rp. 82.710.439.792

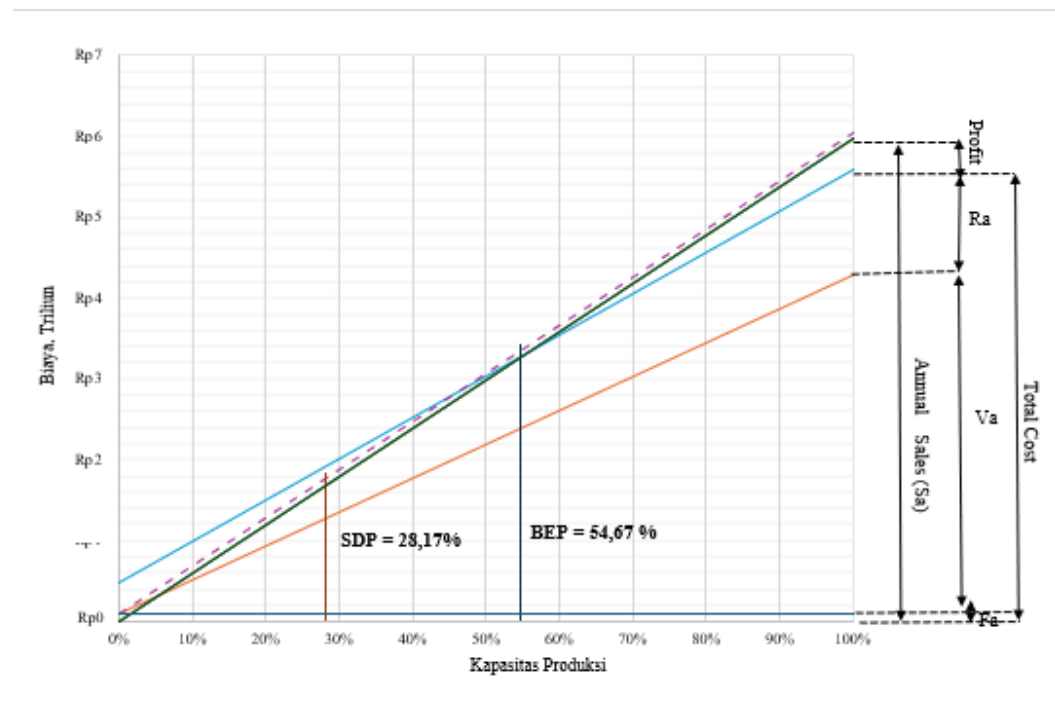
n = 10 tahun

Sehingga diperoleh trial & error dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh nilai

DCFR adalah:

DCFR = 19,24 %

Dengan beberapa analisa ekonomi didapatkan grafik evaluasi ekonomi sebagai berikut:



Gambar 6.2 Grafik Evaluasi Ekonomi

BAB VII

PENUTUP

7.1 KESIMPULAN

Kesimpulan dari perancangan pabrik sodium siklamat ini adalah sebagai berikut:

1. Pabrik glifosat ini didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan terhadap impor, membantu meningkatkan perekonomian negara, mendorong berdirinya industri hilir yang menggunakan bahan baku NPMIDA dan hidrogen peroksida dalam menyediakan lapangan pekerjaan.
2. Perancangan pabrik glifosat kapasitas 20.000 ton/tahun ini tergolong sebagai pabrik dengan risiko rendah berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta regulasi pemerintah.
3. Pabrik glifosat akan didirikan pada tahun 2030 di Provinsi Jawa Timur, Kecamatan Sidayu, Kabupaten Gresik dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, kemudahan pemasaran, kemudahan sarana utilitas berupa sumber air akses transportasi dan ketersediaan tenaga kerja yang terampil.
4. Berdasarkan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan diperoleh bahwa:

Parameter Kelayakan	Perhitungan	Standar Kelayakan
Keuntungan		
Keuntungan sebelum pajak	Rp. 392.284.865.841	25%
Keuntungan setelah pajak	Rp. . 294.213.649.381	
<i>Return on Investmen (ROI)</i>		
ROI sebelum pajak	47%	Minimal 11% untuk kategori resiko rendah
ROI setelah pajak	36%	
<i>Pay Out Time (POT)</i>		
POT sebelum pajak	2,06 tahun	Maksimal 5 tahun untuk kategori resiko rendah
POT setelah pajak	2,73 tahun	
Break Even Point (BEP)	54,67%	40-60%
Shut Down Point (SDP)	28,17%	Umumnya 20-30%
Discount Cash Flow Return (DCFR)	19,24%	>1,5 bunga bank = minimum bernilai 9,38%

Berdasarkan hasil analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik glifosat dari NPMIDA dan hidrogen peroksida dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

7.2 SARAN

Dalam perancangan pabrik kimia diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang didukung dengan adanya referensi dan pranalar lain yang berhubungan untuk meningkatkan kelayakan pendirian pabrik kimia, diantaranya sebagai berikut:

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

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, James M., 1990, "Tata Letak Pabrik dan Pemindahan bahan Edisi ketiga". ITB Bandung.
- Badan Pusat Statistik (BPS) "Data Impor Glifosat di Indonesia" diakses dari <http://www.bps.go.id/>, diakses pada tanggal 22 Oktober 2023.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. Statistic Indonesia. www.bps.go.id. Diakses pada 25 November 2023 pukul 15.00 WIB.
- Christina G., Germen, V.M., Shaffer, R.M., Lemaan, R., Louping, Z., Shappeard, L., & Taiolo, E. 2019. The Evidence of human exposure to glyphosate: a review. *Environmental Health* 18:2
- Coulson, J.M, and Richardson, J.F., 1988, *Chemical Engineering*, Vol. 6, Pergamon Press, Inc., New York.
- Cox, C. 2004. *Glyphosate Factsheet. J. of Pesticides Reform* 24(4): 10-13.
- Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2013 – 2015*.
- Faria, R.R., Neto, L.R., Guerra, R.F., Ferreira Junia, M.F., Oliviera G.S., & Franea, E.F., 2018. Parameters for Glyphosate In OPLS-AA Force Field. *Molecular Simulation*. 1-7
- Field, Jr., 1991. United States Patent No. 5043475.
- Franz. 1976. United States Patent No. 3950402.
- Geankoplis, C.J., 1983, *Transport Process and Unit Operation*, 2 nd ed., Allyn and Bacon Inc., Boston.
- Irmawaty Sinaga, dkk. 2009. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 3, No. 2, 2009, UGM.
- Kern, Donald Q. (1965). *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Lang, C., 2005. *Glyphosate Herbicide, The Poison From The Skies. World Rainforest Movement. Maldonado Montevideo. Uruguay*.

- Levenspiel, O., 1972, "Chemical Reaction Engineering", 2ed., John Wiley and Sons Inc., New York.
- Matche. 2014. Diakses dari <Http://matche.com/equipcost/Default.html>, diakses pada tanggal 10 Agustus 2024 pukul 20.00 WIB.
- Perry, Robert H. & Green, Don W. (2007). *Perry's Chemical Engineering Handbook*. New York, McGraw Hill.
- SDS Hidrogen Peroksida, *Safety Data Sheet (SDS) of Hydrogen Peroxide solution, 30 – 32% w/w no 5*.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C and Abott., M., 1996. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 8th edition, McGraw-Hill Education, New York.
- Timmerhaus, K.D., Max S. Peters, and Ronald E. West, 1990, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, McGraw Hill Book Company Inc., New York.
- Petrosida Gresik "Data Konsumsi Glifosat di Indonesia" diakses dari <https://petrosida-gresik.com/>, diakses pada tanggal 22 Oktober 2023.
- Umar, Dhani. 2023. *Morinda citrifolia L.: Phytopharmacological perspective review. Journal of Medicinal Herbs and Ethnomedicine*, 68-74.
- Wallace W. Thompson, New Castle, Del, assignor to E. I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Del, a corporation of Delaware No Drawing. Application November 14, 1955, Serial No. 546,8259 Claims. (C. 23-114).
- Wikipedia. 2024. Pengertian Glifosat, <https://id.wikipedia.org/wiki/Glifosat> diakses pada tanggal 15 Oktober 2024.
- Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemicals*, McGraw Hill Book Companies, Inc., New York.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN A REAKTOR

REAKTOR

Kode	: R-01
Fase	: Padat-Cair
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Bentuk	: <i>Silinder vertikal dengan head and bottom berbentuk torispherical</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-53 grade B</i>
Fungsi	: Mereaksikan NPMIDA (<i>N-(Phosphonomethyl) iminodiacetic acid</i>) dan hidrogen peroksida untuk membentuk glifosat dengan laju umpan sebanyak 2525,25 kg/jam.
Kondisi Operasi	: Suhu = 90 °C Tekanan = 2 atm
Konversi	: 97%
Tujuan	: <ol style="list-style-type: none">1. Menentukan jenis reaktor2. Menghitung konstanta kecepatan reaksi dan volume reaktor3. Menentukan dimensi reaktor4. Menentukan jenis pendingin

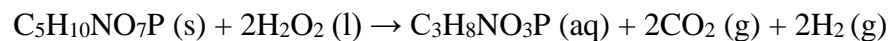
1. Menentukan jenis reaktor

Digunakan reaktor jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk karena:

- Fase umpan yang akan direaksikan adalah cair-padat
- Fase katalis yang digunakan adalah padat
- Pengadukan sempurna
- Harga alat relatif lebih murah
- Perawatan dan pembersihan alat lebih mudah
- Konstruksi lebih sederhana

2. Menghitung konstanta kecepatan reaksi dan volume reaktor

➤ Reaksi yang terjadi dalam reaktor



Konversi reaksi: 97% (US Paten no 5043475)

➤ Menentukan densitas campuran

Hubungan antara densitas sebagai fungsi suhu dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\rho = A \cdot B^{\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n}$$

Dimana, A, B, dan n = koefisien regresi untuk komponen kimia

T = Suhu operasi (K)

T_c = Suhu kritis (K)

Tabel 1. Data untuk menghitung densitas setiap komponen

Komponen	A	B	n	Tc
H ₂ O ₂	0,4378	0,2498	0,2877	730,15
C ₃ H ₈ NO ₃ P	0,3518	0,2695	0,2684	592,71
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	0,4058	0,2580	0,2857	781
H ₂ O	0,3471	0,2740	0,2857	647,13

Tabel 2. Perhitungan densitas campuran

Komponen	Massa (kg/jam)	ρ , (kg/m ³)	xi	ρ ,xi
H ₂ O ₂	1.701,42	1.366,22	0,018	23,94
Pd/C	227.46	3.431,21	0,001	3,20
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	3.786,49	1.260,08	0,042	53,29
H ₂ O	64.447,77	965,63	0,939	906,97
Total	70.163,15	10.045,24	1,000	987,41

Densitas Pd/C dilakukan dengan cara menghitung densitas campuran 5% Pd dan 95% C pada suhu 90°C yaitu 10,92 (gram/cm³) dan 3,04 (gram/cm³). Sehingga densitas campurannya adalah 3,43 (gram/cm³).

➤ Menentukan viskositas campuran

Hubungan antara viskositas cairan sebagai fungsi suhu dapat dinyatakan dengan persamaan (Yaws, 1995):

$$\text{Log}_{10}\mu_{\text{liq}} = A + \frac{B}{T} + CT + DT^2$$

Dimana, μ_{liq} = Viskositas cairan (centipoise)

A, B, C = koefisien regresi untuk setiap senyawa

T = Suhu (K)

Tabel 3. Data koefisien regresi perhitungan viskositas

Komponen	A	B	C	D
H ₂ O ₂	-1,6150	5,04E+02	3,50E-04	-1,17E-06
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	-3,4665	1,24E+03	-1,40E-03	4,03E-07
H ₂ O	-10,2158	1,79E+03	1,77E-02	-1,26E-05

Tabel 4. Hasil perhitungan viskositas

Komponen	Massa (kg/jam)	μ , (cP)	xi	μ , xi
H ₂ O ₂	1.701,42	0,5564	0,024	0,013
Pd/C	227.46	1,4573	0,003	0,005
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	3.786,49	0,3174	0,054	0,017
H ₂ O	64.447,77	0,3112	0,919	0,286
Total	70.163,15	2,642	1,000	0,321

Viskositas Pd/C dilakukan dengan cara menghitung densitas campuran 5% Pd dan 95% C pada suhu 90°C yaitu 3,27 (cP) dan 0,0 (cP). Sehingga viskositas campurannya

adalah 0,16 (cP).

- Menentukan persamaan laju reaksi

Reaksi pembentukan glifosat dari (*N*-(*Phosphonomethyl*) iminodiacetic acid) dan hidrogen peroksida merupakan reaksi dengan laju reaksi orde 2, sehingga persamaannya:

$$-r_a = k \cdot C_a \cdot C_b$$

Dimana, $-r_a$ = laju reaksi

k = Konstanta laju reaksi, (/s)

C_a = Konstanta komponen A (kmol/m³)

C_b = Konstanta komponen B (kmol/m³)

Untuk nilai konstanta laju reaksi diperoleh dari jurnal (Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 3, No. 2, 2009) yaitu nilai $k = 0,01497$ L/mol.menit, sehingga $k = 0,8982$ m³/kmol.jam.

- Menentukan volume reaktor

Asumsi: volume cairan selama reaksi adalah tetap.

Orde reaksi = 2, maka volume reaktor:

$$V = F_v \times t$$

Dimana: $F_v = 35,53$ m³/jam

$$t = 1,53 \text{ jam}$$

Maka, $V = 109,00$ m³

Dalam perancangan pabrik glifosat ini menggunakan 1 reaktor. Sehingga volume pada

reaktor adalah sebesar 109.00 m³ atau 28.795,53 gallon.

Harga reaktor dengan bahan konstruksi *carbon steel* diperoleh dari *matche.com*, sehingga diperoleh harga:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Harga Reaktor

n	V (gallon)	Harga (\$)	Harga total (\$)
1	28.157,29	5.600	5.600

Volume overdesign = 20% (Petters and Timmerhause, 1980)

Volume overdesign = 1,2 x 109,00 m³ = 130,80 m³

➤ **Lakukan evaluasi bilangan Hatta, justifikasi apakah kecepatan transfer massa dan/atau kecepatan reaksi yang menjadi kecepatan penentu.**

a. Menentukan diffusitas gas

$$DAL = \frac{7.4 \cdot 10^{-8} (\theta_L \cdot Mb)^{0.5} (T)}{\mu_L \cdot V_A^{0.6}} \quad (\text{Coulson 1983, vol 6 : 332})$$

Dimana:

Faktor asosiasi = 1

Berat molekul cairan = 227 gr/grmol

Viskositas cairan = 0,3174

Suhu operasi = 363,15 K

Volume molekuler H₂O₂ = 23,58 cm³/mol

Difusifitas gas = 3,2149E+14 cm²/s

b. Menentukan diameter gelembung

Menentukan diameter gelembung dengan diameter orifice:

$$D_b = \left[\frac{6 \cdot d_o \cdot \sigma}{g(\rho_L - \rho_G)} \right]^{1/3} \quad (\text{Perry, R.H, 1986})$$

Untuk keadaan gelembung yang stabil berlaku syarat:

$$D_b < 0.078 \left[\frac{\sigma}{\rho_L - \rho_G} \right]^{-0.5} \quad (\text{Perry, R.H, 1986})$$

$$\sigma = A \left(1 - \frac{T}{T_c} \right)^n \quad (\text{Carl L. Yaws Tabel 9.2 P.235})$$

Dimana:

Diameter gelembung (DB) = 7,2966E-08 cm

Gravitasi bumi (g) = 980 cm/s²

Densitas cairan (ρ_L) = 8,68 gc/cm³

Densitas gas (ρ_G) = 1,366 gc/cm³

Tegangan muka (σ) = 0,0523 N/m

Diameter orifice (DO) = 0,005 cm

Berdasarkan Perry (1984) hal. 18 – 58, diameter hole plate = 0,004 – 0,95 cm

c. Menentukan koefisien transfer massa fase cair (KAL)

Untuk $Db < 1\text{mm}$ (0,1 cm)

$$\frac{K_{AL} \cdot D_b}{D_{AL}} = 2.0 + 0.31 \left[\frac{Db^3 \cdot \Delta\rho \cdot g}{\mu_L \cdot D_{AL}} \right]^{1/3}$$

Untuk $Db > 25\text{mm}$ (2.5cm)

$$\frac{K_{AL} \cdot D_b}{D_{AL}} = 0.42 \left[\frac{\mu_L}{\rho_L \cdot D_{AL}} \right]^{0.5} \left[\frac{Db^2 \cdot \rho_L \cdot \Delta\rho \cdot g}{\mu_L^2} \right]^{1/3}$$

(Perry ed.5 P.18-79)

Gravitasi bumi	= 980 cm/s ²
Densitas cairan	= 8,68 gc/cm ³
Densitas gas	= 1,366 gc/cm ³
Selisih densitas	= 7,314
Dimeter gelembung (DB)	= 7,2966E-08 cm
Viskositas solvent	= 2,86 gr/cm.s
Difusifitas gas melalui cairan	= 3,2149E+14 cm ² /s
KAL	= 4,4477E-12 cm/s

a. Menentukan bilangan hatta

$$MH^2 = \frac{\text{Konversi max dalam film}}{\text{Difusifitas max melalui film}} \quad (\text{Levenspiel ed.3.P.534})$$

$$MH^2 = \frac{k \cdot \text{CH}_2\text{O}_2 \cdot \text{DAL}}{\text{KAL} \cdot 2}$$

Dimana:

Konstanta kecepatan reaksi (k) = 0,8982 m³/kmol.jam

Konsentrasi cairan = 1,4080 kmol/m³

Difusifitas gas ke cairan = 3,2149E+14

Koefisien transfer massa = 4,4477E-12

Bilangan Hatta (MH²) = 5,44199E-41

Keterangan (Levenspiel, 1999):

MH > 2 = Tipe reaksi sangat cepat, sehingga transfer massa yang mengontrol.

0,02 < MH < 2 = Transfer massa dan reaksi kimia yang mengontrol

MH < 0,02 = Tipe reaksi sangat lambat, sehingga reaksi kimia yang mengontrol

Jadi, hasil yang didapat adalah MH < 0,02 sehingga kecepatan reaksi yang menjadi kecepatan penentu dalam reaksi ini.

Dimana, rumus waktu tinggal =

$$\tau = \frac{V}{V_0} = \frac{Ca_0 \cdot x}{-ra} = \frac{Ca_0 \cdot x}{k \cdot Ca \cdot Cb}$$

$$\tau = \frac{0,235 \times 0,97}{0,8982 \times 0,235 \times 0,704} = 1,534 \text{ jam}$$

➤ Menghitung Neraca Massa reaktor

Konversi = 97,00%

Tabel 6. Neraca Massa di Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
H ₂ O ₂	1.701,42	1.156,97
H ₂ O (dalam H ₂ O ₂)	3.969,98	
CO ₂	0,000	1.409,18

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
C ₃ H ₈ NO ₅ P	0,000	2.706,26
H ₂	0,000	64,05
C ₅ H ₁₀ NO ₇ P	3.786,49	151,460
H ₂ O (dalam C ₅ H ₁₀ NO ₇ P)	199,29	
Pd/C	227,46	227,46
H ₂ O	60.278,49	64.447,77
Total	70.163,15	70.163,15

d. Menghitung dimensi reaktor

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum 1:1 (D:H = 1:1)

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

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

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 130,80}{3,14}}$$

$$D = 5,50 \text{ m}$$

$$= 216,65 \text{ in}$$

$$= 18,05 \text{ ft}$$

$$D = H$$

$$H = 5,50 \text{ m}$$

$$= 216,65 \text{ in}$$

$$= 18,05 \text{ ft}$$

Dengan nilai P operasi 2 atm dipilih *torespherical dished head* (brownell, hal 88)

$$V_{dish} = 0,000049D_s^3$$

$$V_{dish} = 0,000049 \times (216,65)^3$$

$$V_{dish} = 498,25 \text{ ft}^3$$

$$= 14,10 \text{ m}^3$$

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{sf}{144}, \text{ Sf} = 2 \text{ in}$$

$$V_{sf} = \frac{3,14}{4} \times (216,65)^2 \times \frac{2}{144}$$

$$V_{sf} = 511,73 \text{ in}^3$$

$$V_{sf} = 0,29 \text{ ft}^3$$

$$V_{sf} = 0,05 \text{ m}^3$$

$$V_{head} = 2 (V_{dish} + V_{sf})$$

$$V_{head} = 2 (498,25 \text{ ft}^3 + 0,29 \text{ ft}^3)$$

$$V_{head} = 997,09 \text{ ft}^3$$

$$V_{head} = 28,24 \text{ m}^3$$

$$V_{reaktor} = V_{shell} + V_{head}$$

$$V_{reaktor} = 130,80 \text{ m}^3 + 28,24 \text{ m}^3$$

$$V_{reaktor} = 159,04 \text{ m}^3$$

$$V_{reaktor} = 42.014,20 \text{ gallon}$$

$$V_{bottom} = 0,5 \times V_{head}$$

$$V_{bottom} = 0,5 \times 997,09 \text{ ft}^3$$

$$V_{bottom} = 498,54 \text{ ft}^3$$

$$V_{bottom} = 14,12 \text{ m}^3$$

$$V_{cairan} = V_{shell} - V_{bottom}$$

$$V_{cairan} = 130,80 \text{ m}^3 - 14,12 \text{ m}^3$$

$$V_{cairan} = 116,69 \text{ m}^3$$

$$h_{cairan} = \frac{4V}{\pi D^2}$$

$$h_{cairan} = \frac{4 \times 130,80 \text{ m}^3}{3,14 \times (5,50 \text{ m})^2}$$

$$h_{cairan} = 5,50 \text{ m}$$

$$V_{cairan \text{ dalam shell}} = V_{cairan} - V_{head} - V_{sf}$$

$$V_{cairan \text{ dalam shell}} = 116,69 \text{ m}^3 - 28,24 \text{ m}^3 - 0,05 \text{ m}^3$$

$$V_{cairan \text{ dalam shell}} = 88,39 \text{ m}^3$$

➤ Menghitung tekanan hidrostatik

$$\rho_{hidrostatik} = \frac{\rho g h}{g c}$$

Diketahui :

$$\text{Tekanan operasi} = 2 \text{ atm} = 29,3919 \text{ psi}$$

$$g/gc = 9,8$$

$$h \text{ cairan} = 5,50 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{campuran}} = 987,41 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{\text{Hidrostatik}} = 987,41 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \times 5,50 \text{ m}$$

$$P_{\text{Hidrostatik}} = 53.248,27 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{Hidrostatik}} = 75,74 \text{ psi}$$

- Menghitung tekanan total

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{Hidrostatik}} + P_{\text{Operasi}}$$

$$P_{\text{Total}} = 75,74 \text{ psi} + 29,392 \text{ psi}$$

$$P_{\text{Total}} = 105,13 \text{ psi}$$

Karena tekanan over design 20% maka, P desain menjadi 126,15 psi.

- Menghitung tebal dinding reaktor

Digunakan persamaan dari persamaan 17.7, Brownell and Young, 1959 hal:

138

$$t_h = \frac{P \cdot r \cdot w}{2 f E - 0,2 P} + C$$

Reaktor terdiri atas dinding (*shell*), tutup atas dan tutup bawah (*head*).

Head atas dan *head* bawah berbentuk *torispherical*. Bahan konstruksi untuk

reaktor adalah *carbon steel SA-53 grade B*.

Spesifikasi:

Max.Allowable Stress (f)= 12750 (Brownell page 335, appendix D item 1)

Efisiensi sambungan (E) = 0,8 (tabel 13.2 Brownell 1959:254)

Faktor koreksi (C) = 0,125 (tabel 6, Timmerhaus, 1991:542)

Jari-jari *shell* (ri) = 108,32 in

Tekanan (P) = 126,15 psi

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal shell (ts) = 0,16 in

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal shell, dipilih Ts standart = 0,19 in
(3/16 in)

OD = ID Shell + 2ts

OD = 216,65 in + (2 x 0,19 in)

OD = 217,02 in

Dari table 5.7 Brownell didapatkan:

OD = 216 in

Icr = 13 in

r = 170 in

➤ Menghitung ukuran *head*

Menghitung tebal *head*

$$t_h = \frac{P \cdot r \cdot c \cdot w}{2 f E - 0,2 P} + C$$

Dimana:

t_h = tebal *head*, m

W = faktor intensifikasi tegangan untuk jenis *head*

f = *allowable stress* = 12.750

E = Efisiensi sambungan = 0,8

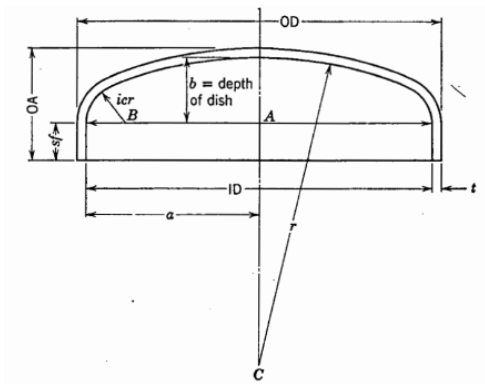
C = *corrosion allowance* = 0,125

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

w = 1,65 in

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal *head* (th) = 1,46 in

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal *head* dipilih th standart = 1,50 in (1 1/2 in)



Gambar 1. Brownell hal 87

Dengan th sebesar 1 1/2 in maka nilai sf adalah 1,5 - 4,5, sehingga dipilih nilai

sf sebesar 3 in

$$ID = OD - 2t_s$$

$$ID = 216 \text{ in} - (2 \times 0,19 \text{ in})$$

$$ID = 2 \text{ in}$$

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

$$a = 215,63 \text{ in} / 2$$

$$a = 107,81 \text{ in}$$

$$\mathbf{AB} = \mathbf{a} - \mathbf{icr}$$

$$AB = 107,81 \text{ in} - 13 \text{ in}$$

$$AB = 94,81 \text{ in}$$

$$\mathbf{BC} = \mathbf{r} - \mathbf{icr}$$

$$BC = 170 \text{ in} - 13 \text{ in}$$

$$BC = 157 \text{ in}$$

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

$$AC = \sqrt{(157 \text{ in})^2 + (94,81 \text{ in})^2}$$

$$AC = 125,14 \text{ in}$$

$$\mathbf{b} = \mathbf{r} - \mathbf{AC}$$

$$b = 170 \text{ in} - 125,14 \text{ in}$$

$$b = 44,86 \text{ in}$$

$$\mathbf{h}_{Head} = \mathbf{t}_h + \mathbf{b} + \mathbf{sf}$$

$$OA = 1,50 \text{ in} + 44,86 \text{ in} + 3 \text{ in}$$

$$OA = 49,36 \text{ in}$$

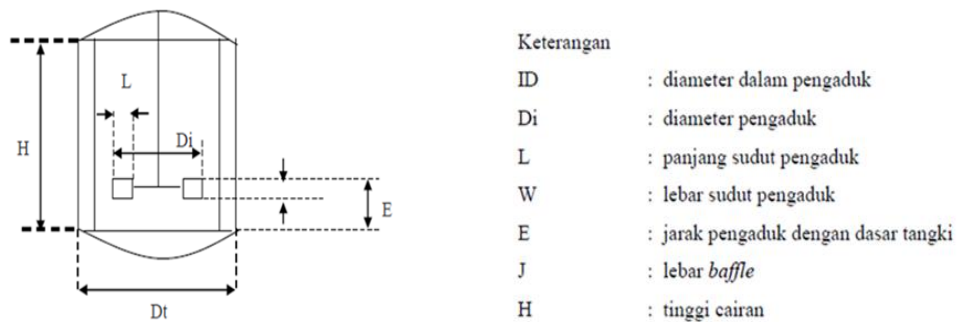
$$OA = 1,25 \text{ m}$$

$$h_{\text{reaktor}} = 2h_{\text{Head}} + h_{\text{shell}}$$

$$h_{\text{reaktor}} = (2 \times 1,25 \text{ m}) + 5,50 \text{ m}$$

$$h_{\text{reaktor}} = 8,01 \text{ m}$$

➤ Menghitung spesifikasi pengaduk



Gambar 2. Spesifikasi Pengaduk

Data pengaduk dari Brown “Unit Operation” page 507

$$Di/ID = 1/3$$

$$W = Di/5$$

$$L = Di/4$$

$$B = Di/12$$

$$E = Di (0,75 - 1,3), \text{ dipilih } 1$$

$$\text{Diameter pengaduk (Di)} = ID/3 = 1,83 \text{ m}$$

$$= 6,02 \text{ ft}$$

$$= 72,22 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi pengaduk (W)} = Di/5 = 0,37 \text{ m}$$

$$= 1,20 \text{ ft}$$

$$= 14,44 \text{ in}$$

$$\text{Lebar pengaduk (L)} = Di/4 = 0,46 \text{ m}$$

$$= 1,50 \text{ ft}$$

$$= 18,05 \text{ in}$$

$$\text{Lebar baffle (B)} = ID/12 = 0,46 \text{ m}$$

$$= 1,50 \text{ ft}$$

$$= 18,05 \text{ in}$$

$$\text{Jarak pengaduk dengan dasar tangki (E)} = 1,83 \text{ m}$$

$$= 6,02 \text{ ft}$$

$$= 72,22 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi cairan (ZL)} = 5,50 \text{ m}$$

$$= 18,05 \text{ ft}$$

$$= 216,65 \text{ in}$$

➤ Menghitung kecepatan putar pengaduk (N)

$$N = \frac{600}{\pi Di} \sqrt{\frac{WELH}{2Di}}, WELH = Z_L \times S_g$$

Dimana: N = kecepatan putar pengaduk, rpm
d = diameter pengaduk, ft
Z_L = tinggi cairan dalam tangki, m
S_g = *specific gravity*
WELH = *Water Equivalent Liquid Height*, ft

(persamaan 8.8, Rase 1977, hal 345)

$$Sg \text{ (Specific Gravity)} = \rho_{\text{cairan}} / \rho_{\text{air}}$$

$$Sg \text{ (Specific Gravity)} = 0,987$$

$$WELH = 5,50 \text{ m} \times 0,987$$

$$WELH = 5,43 \text{ m} = 17,83 \text{ ft}$$

Jumlah pengaduk = WELH/ID = 0,987 m = 1, maka dipakai 1 buah pengaduk

Maka didapat kecepatan putar pengaduk sebesar:

$$N = 38,64 \text{ rpm}$$

$$N = 0,64 \text{ rps}$$

➤ Menghitung power pengaduk

$$Re = \frac{NDi^2\rho}{\mu}$$

Dengan:

$$\rho = 61,61 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,041 \text{ lb/ft.s}$$

$$Di = 6,02 \text{ ft}$$

$$N = 0,64 \text{ rps}$$

Didapatkan nilai $Re = 6.657.564,62$

$Re > 2100$, merupakan aliran turbulen

$$P = \frac{Np \cdot \rho \cdot N^3 \cdot d^5}{gc}$$

Dari fig.477 G.G Brown hal 507 didapatkan:

$$N_p = 5$$

$$g_c = 32,1784 \text{ ft.lbm/s}^2.\text{lbf}$$

$$\text{Didapatkan nilai } P = 20.187,04 \text{ ft.lb/s} = 43,18 \text{ Hp} = 32,19 \text{ kW}$$

Efisiensi motor adalah 85% (fig. 14.38 Peters hal 521), maka:

$$P = 50,79 \text{ Hp}$$

Menurut standar power NEMA, rase and barrow, 1957, hal 358, maka $P = 60$

Hp

Neraca Panas Reaktor

a. Neraca Panas R-01

Tabel 7. Neraca Panas R-01

Keterangan	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Input	1.691.615,01	
Output		1.617.130,78
Reaksi	-12,61	
Pendingin		74.471,62
Total	1.691.602,40	1.691.602,40

➤ Menghitung panas reaksi

$$(\Delta H_R) = \Delta H_f \text{ Produk} - \Delta H_f \text{ Reaktan}$$

Dengan nilai:

$$\Delta H_f = -36,276 - (-23,671)$$

$$\text{Maka } \Delta H_R = -12,605$$

Didapatkan nilai ΔH_R sehingga reaksinya eksotermis maka diperlukan pendingin untuk menjaga suhu agar tetap konstan.

3. Menghitung jaket pendingin

➤ Menghitung LMTD

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

Diketahui:

$$\Delta T_2 = 108 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_1 = 90 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 98,73 \text{ }^\circ\text{F}$$

➤ Menghitung luas transfer panas

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

Diketahui:

$$Q = 74.471,62 \text{ kJ/jam}$$

$$U_d = 80$$

Untuk fluida panas *light organics* (viskositasnya $< 0.5 \text{ cP}$) dan fluida dingin air, nilai $U_D = 75\text{-}150 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam}$ (Kern tabel 8 hal 840)

$$A = 8,94 \text{ ft}^2$$

$$A = 2,73 \text{ m}^2$$

- Menghitung luas selubung reaktor

$$L = \pi D L$$

$$L = 3,14 \times 5,50 \text{ m} \times 5,50 \text{ m}$$

$$L = 95,08 \text{ m}^2$$

Karena luas transfer panas < luas selubung reaktor maka menggunakan jaket pendingin

- Menghitung volume air pendingin

$$\text{Jumlah air pendingin} = 1.795,36 \text{ kg/jam}$$

$$V \text{ air pendingin} = 1,79 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Menghitung diameter dalam jaket (D1)

$$D1 = \text{Diameter dalam} + (2 \times \text{tebal dinding})$$

$$D1 = 5,50 \text{ m} + (2 \times 0,0048 \text{ m})$$

$$D1 = 5,51 \text{ m}$$

Tinggi jaket = tinggi shell

$$\text{Tinggi jaket} = 5,50 \text{ m}$$

$$\text{Asumsi jarak jaket} = 5 \text{ in} = 0,127 \text{ m}$$

- Menghitung diameter luar jaket (D2)

$$D2 = D1 + (2 \times \text{jarak jaket})$$

$$D2 = 5,51 \text{ m} + (2 \times 0,127 \text{ m})$$

$$D_2 = 5,77 \text{ m}$$

- Luas yang dilalui air pemanas

$$A = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)$$

$$A = \frac{3,14}{4} \times (227,02^2 - 217,02^2)$$

$$A = 3.485,72 \text{ in}^2$$

$$A = 2,25 \text{ m}^2$$

- Kecepatan air pendingin

$$v = \frac{1,79 \text{ m}^3/\text{jam}}{2,25 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,79 \text{ m/jam}$$

- Menentukan tebal jaket

$$H \text{ jaket} = 5,50 \text{ m} = 18,05 \text{ ft}$$

$$P_{hidrostatik} = \frac{H-1}{144} \times \rho_{air}$$

$$t_j = \frac{P_{desain} \times D_2}{fE - (0,6P_{desain})} + C$$

Diketahui:

$$\rho_{air} = 62,4 \text{ lb/ft}^3$$

Didapat:

$$P \text{ hidrostatik} = 7,39 \text{ psi}$$

$$P \text{ desain} = P \text{ desain reaktor} + P \text{ hidrostatik}$$

$$P \text{ desain} = 126,15 \text{ psi} + 7,39 \text{ psi}$$

P desain = 133,54 psi

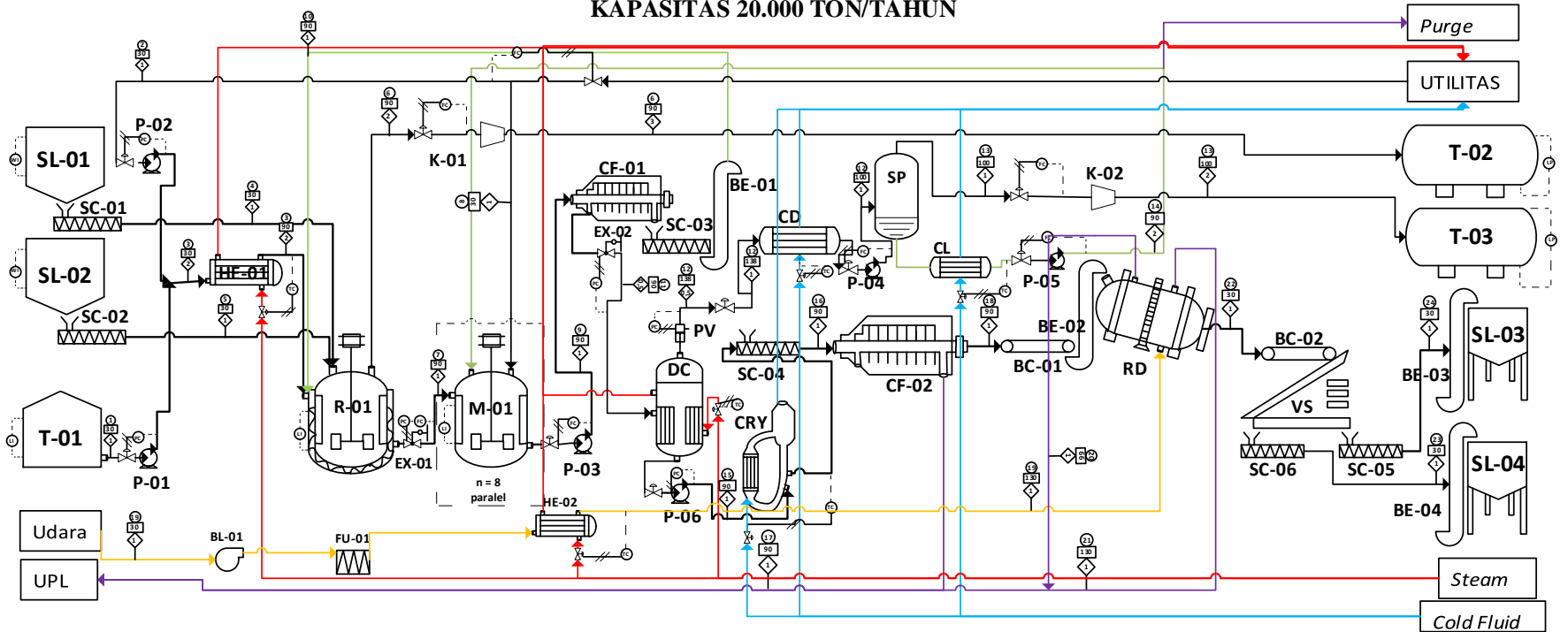
Sehingga dari data diatas dapat digunakan untuk mencari tebal jaket:

$t_j = 3,12$ in

dipakai tebal jaket standar = 3 in (brownell & young, 1959, tabel 5.2 hal 83)

LAMPIRAN PEFD

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 PRA RANCANGAN PABRIK GLIFOSAT DARI NPMIDA DAN HIDROGEN PEROKSIDA
 KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (kg/jam)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CSH10NO7P (l)						151,46		151,46	0,007	151,45					116,57	86,25	85,42	0,82			0,79	0,03	0,001	0,02
CSH10NO7P (g)			3.786,49												34,88	65,21		65,21				65,21	3,26	61,95
H2O2	1.701,42		1.701,42			1.156,97		1.156,92	0,05	1.156,92														
H2O	3.969,98	60.278,49	64.248,47	199,29		64.447,77	457.588,99	522.036,77	22,57	522.014,19	495.913,48		495.913,48	26.706,75	26.698,79	26.443,82	254,97				247,32	7,65	0,38	7,27
H2O (g)															6,45	14,41		14,41				14,41	0,72	0,76
CH3NO2SP (l)						2.706,26		2.706,26	0,12	2.706,14				1.353,07	135,31	134,02	1,29				1,25	0,04	0,002	0,04
CH3NO2SP (g)															1.353,07	2.570,84		2.570,84				2.570,84	128,54	2.442,29
H2						64,05																		
CO2						1.409,18																		
PdC					227,46		227,46		227,46	227,46														
O2													544,43	544,43										
Udara																					19754,87	19754,87		
TOTAL	5.671,40	60.278,49	65.949,89	3.985,79	227,46	1.473,23	68.689,92	457.588,99	536.278,91	250,21	526.028,71	496.457,91	544,43	495.913,48	29.570,79	29.570,79	26.663,26	2.907,53	19.754,87	19.754,87	249,37	2.458,16	132,91	2.525,25

Keterangan			
T	Tangki	FU	Filter Udara
SL	Silo	K	Kompresor
BC	Belt Conveyor	SC	Screw Conveyor
BE	Bucket Elevator	LP	Level Pressure
R	Reaktor	EX	Expansion Valve
M	Mixer	FC	Flow Control
CF	Centrifuge	TC	Temperature Control
DC	Decomposer	PC	Pressure Control
CDP	Condensor Parsial	LI	Level Indicator
SP	Separator	WI	Weight Indicator
CRY	Crystalizer	#	Arus Sinyal Pneumatic
RD	Rotary Dryer	◇	Tekanan
VS	Vibrating Screen	◇	Control Valve
HE	Heat Exchanger	○	Nomor Arus
P	Pompa	□	Suhu
BL	Blower	- - -	Arus Sinyal Listrik

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK GLIFOSAT DARI
NPMIDA DAN HIDROGEN PEROKSIDA
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH:

FAUZIYYA TRISDHIA PUTRI PANGESTI (20521012)
LAILY FARIQAH SURACHMAN (20521067)

DOSEN PEMBIMBING
Dr. ARIANY ZULKANIA, S.T., M.Eng.

LAMPIRAN KONSULTASI

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR PRARANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa : Fauziyya Trisdhia Putri Pangesti

NIM : 20521012

Nama Mahasiswa : Laily Fariqah Surachman

NIM : 20521067

Judul Prarancangan*):

**PRARANCANGAN PABRIK GLIFOSAT DARI *N-phosponomethyliminodiacetic acid*
(N-PMIDA) DAN HIDROGEN PEROKSIDA KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	21/9/2023	Pengenalan dan pengarah awal	
2	29/9/2023	Konsultasi mengenai kapasitas pabrik	
3	3/10/2023	Diskusi mengenai proses produksi dan kondisi operasi alat	
4	20/11/2023	Konsultasi terkait data kinetika dan tinjauan termodinamika	
5	25/12/2023	Revisi necara massa	
6	23/2/2024	Konsultasi alat besar	
7	14/5/2024	Konsultasi alat pemisahan	
8	18/7/2024	Konsultasi alat kecil	
9	20/8/2024	Revisi perancangan alat kecil	
10	22/9/2024	Konsultasi utilitas	
11	4/10/2024	Revisi utilitas	
12	18/10/2024	Konsultasi evaluasi ekonomi	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 20/10/2024

Pembimbing,

Dr. Ariany Zulkahia, S.T., M.Eng.

*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

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