

**PRARANCANGAN PABRIK *GLYPHOSATE* DARI  
*NEOPHOSPHONOMETHYL IMINODIACETIC ACID*  
(N-PMIDA) DAN *HYDROGEN PEROXIDE* (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)  
MENGUNAKAN KATALIS Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> DENGAN KAPASITAS  
40.000 TON/TAHUN**

**(Prancangan *Rotary Dryer* (RD-401))**

**(Tugas Akhir)**

**Oleh:**

**Dhiya Hallausania Putri Teregak**

**1915041026**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### PRARANCANGAN PABRIK *GLYPHOSATE* DARI *NEOPHOSPHONOMETHYL IMINODIACETIC ACID* (N-PMIDA) DAN HIDROGEN PEROKSIDA ( $H_2O_2$ ) MENGGUNAKAN KATALIS $PD/Al_2O_3$ DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN (PERANCANGAN *ROTARY DRYER* (RD-401))

Oleh

DHIYA HALLAUSANIA PUTRI TEREKAK

*Glyphosate* merupakan bahan campuran pembuatan herbisida yang digunakan untuk memasmi gulma. Bahan baku yang digunakan adalah *Neophosphonomethyl Iminodiacetic Acid* dan Hidrogen Peroksida. Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik terdiri dari unit penyediaan air, penyediaan *steam*, penyediaan udara *instrument*, dan pengolahan limbah.

Kapasitas produksi pabrik *Glyphosate* direncanakan sebesar 40.000 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun dan didirikan di Gresik, Jawa Timur. Bentuk perusahaan adalah badan usaha Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line* dan *staff* dan jumlah karyawan sebanyak 158 orang.

Dari analisis ekonomi diperoleh sebagai berikut:

<i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	= Rp732.534.697.324,17,-
<i>Working Capital Investment</i> (WCI)	= Rp129.270.828.939,56,-
<i>Total Capital Investment</i> (TCI)	= Rp861.805.526.263,72,-
<i>Break Even Point</i> (BEP)	= 41%
<i>Pay Out Time after Taxes</i> (POT) <sup>a</sup>	= 1,39 tahun
<i>Return on Investment before Taxes</i> (ROI) <sup>b</sup>	= 66%
<i>Return on Investment after Taxes</i> (ROI) <sup>a</sup>	= 53%
<i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	= 61,03%
<i>Shut Down Point</i> (SDP)	= 30%

Berdasarkan pertimbangan diatas, sudah selayaknya pendirian pabrik *Glphosate* ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai prospek yang baik.

Kata kunci: *Glyphosate*, N-PMIDA, Hidrogen peroksida, Ekonomi.

## ABSTRACT

### MANUFACTURING OF GLYPHOSATE FROM NEOPHOSPHONOMETHYL IMINODIACETIC ACID (N-PMIDA) AND HYDROGEN PEROXIDE (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) USED CATALYST Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> WITH CAPACITY 40.000 TONS/YEAR (DESIGN OF ROTARY DRYER (RD-401))

By

**DHIYA HALLAUSANIA PUTRI TEREKAK**

Glyphosate is an admixture of herbicides that used to kill weeds. The raw material used are Neophosphonomethyl Iminodiacetic acid and Hydrogen Peroxide. Provision of utility plants needs a treatment system and water supply, steam system, supply air instrument system, and waste treatment system.

The factory's production capacity is planned at 40.000 tons/year with 330 working days in 1 year and will be established in Gresik, East Java. The form of the company is a Limited Liability Company (Ltd) using line and staff organizational structure with 158 labors.

Dari analisis ekonomi diperoleh sebagai berikut:

Fixed Capital Investment (FCI)	= Rp732.534.697.324,17,-
Working Capital Investment (WCI)	= Rp129.270.828.939,56,-
Total Capital Investment (TCI)	= Rp861.805.526.263,72,-
Break Even Point (BEP)	= 41%
Pay Out Time after Taxes (POT) <sup>a</sup>	= 1,39 years
Return on Investment before Taxes (ROI) <sup>b</sup>	= 66%
Return on Investment after Taxes (ROI) <sup>a</sup>	= 53%
Discounted Cash Flow (DCF)	= 61,03%
Shut Down Point (SDP)	= 30%

Based on the considerations above, the establishment of the *Glyphosate* factory should be studied further, because it is a profitable factory and has a good prospect.

Keywords: Glyphosate, N-PMIDA, Hydrogen Peroxide, Economy.

**LEMBAR PENGESAHAN**

Judul Skripsi : PRARANCANGAN PABRIK *GLYPHOSATE* DARI  
*NEOPHOSPHONOMETHYL IMINODIACETIC ACID*  
(NPMIDA) DAN HYDROGEN PEROXIDE ( $H_2O_2$ )  
MENGUNAKAN KATALIS  $Pd/Al_2O_3$  DENGAN  
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN  
(Tugas Khusus Perancangan Rotary Dryer (RD-401))

Nama Mahasiswa : Dhiya Hallausania Putri Teregak

No. Pokok Mahasiswa : 1915041026

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik



Prof. Dr. Ir. Joni Agustian, S.T., M.Sc. IPM.

NIP. 196908071998021001

Simpardin Br Ginting, S.T., M.T.

NIP. 196611111994022001

Ketua Jurusan Teknik Kimia

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters and a long horizontal stroke.

Yuli Darni, S.T., M.T.

NIP. 197407122000032001

**MENGESAHKAN**

Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Joni Agustian, S.T., M.Sc. IPM

Sekretaris : Simparmin Br Ginting, S.T., M.T.

Penguji

Bukan Pembimbing : Panca Nugrahini F, S.T., M.T.

Donny Lesmana, S.T., M.Sc.

Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



**Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**  
NIP. 196910302000031001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Januari 2026



## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

**Bandar Lampung, 23 Januari 2026**



**Dhiva Hafhausania Putri T.**

**NPM. 1915041026**

## RIWAYAT HIDUP



**Dhiya Hallausania Putri Teregak**, Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 20 Juli 2001, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Sukardiansyah dan Ibu Darwati. Penulis telah menyelesaikan pendidikan sebelumnya di Sekolah Dasar (SD) Al-Azhar 13 Rawamangun pada tahun

2013, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Al-Binaa Bekasi pada tahun 2016, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Al-Azhar Kemang Pratama pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) 2019.

Pada tahun 2023, penulis melakukan Kerja Praktik di PT Semen Padang Unit Produksi Terak 2 dengan Tugas Khusus “Evaluasi Kinerja *Cooler* pada Indarung V PT Semen Padang”. Pada tahun 2022 penulis melakukan penelitian dengan judul “Pembuatan Pupuk Organik Granul (POG) dari *sludge digester* biogas dengan perekat bentonit” yang dilakukan di Laboratorium Reaksi dan Separasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2022-2024.

Selama kuliah penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (Himatemia) Fakultas Teknik Universitas Lampung pada periode 2020-2021 sebagai Staff Departemen Kaderisasi Himatemia Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selanjutnya, pada periode 2021-2022 sebagai

Sekretaris Departemen Kaderisasi Himatemia Fakultas Teknik Universitas  
Lampung.



## *Motto dan Persembahan*

“Allah Tidak Membebani Seseorang Melainkan Sesuai  
Dengan Kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

*“Sometimes you have to rewind to move forward. But  
not everything can be rewound, all actions have  
consequences.”*

(Max Caulfield)

*“Cogito, Ergo sum. I think, therefore I am.”*

(R. Descartes)

*Sebuah KaryaKu....*

*Dengan sepenuh hati kupersembahkan tugas akhir ini kepada:*

*Allah SWT*

*Karena kehendak-Nya, semua ini dapat ku peroleh.*

*Atas berkah dan karunia-Nya, aku bisa menyelesaikan karya  
kecil ini.*

*Atas karunia dan anugerah-Nya, aku bisa bertahan selama ini.*

*Ayah Sukardiansyah dan Ibu Darwati,*

*Terima kasih atas segalanya, doa, kasih sayang, keikhlasan, pengorbanan dan kerja kerasnya sehingga aku bisa berada dititik ini. Ini hanyalah setitik balasan yang tidak bisa dibandingkan dengan pengorbanan dan kasih sayang kalian selama ini. Terimakasih telah selalu ada untukku dan menjadi orangtua sempurna untukku.*

*Adik Claudi dan Adik Mecca,*

*Terimakasih atas dukungan, doa dan keceriaannya selama ini. Semoga kelak kita dapat menjadi anak yang membanggakan kedua orangtua, karena kitalah yang akan meneruskan perjuangan keluarga*

*Teman – Teman Jurusan Teknik Kimia 2019*

*Terimakasih atas bantuan dan dukungan kalian selama ini.*

*Para pengajar sebagai tanda hormatku*

*Terima kasih atas ilmu yang telah diberikan selama ini baik itu berupa ilmu keteknikkimiaan maupun ilmu kehidupan yang tentunya sangat berguna dan bermanfaat.*

*Almamaterku Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Kimia*

*Tempat bernaung mengemban semua ilmu untuk menjadi bekal hidup*

## SANWACANA

Segala Puji bagi Allah, atas limpahan nikmat-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga tugas akhir berjudul “Prarancangan Pabrik *Glyphosate* Dari *Neophosphonomethyl Iminodiacetic Acid* (N-Pmida) Dan *Hydrogen Peroxide* ( $H_2O_2$ ) Menggunakan Katalis  $Pd/Al_2O_3$  Dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik universitas lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memiliki peran besar dalam penyusunan skripsi ini, yaitu :

1. Kedua orangtua ayah Sukardiansyah dan ibu Darwati yang selalu memberikan doa, kepercayaan, ketulusan, motivasi, semangat, serta bantuan, cinta dan kasih sayang yang begitu melimpah dan tidak akan pernah bisa terhitung nilainya.
2. Claudi Aisyahmulita dan Mecca Ilmayunica. Adik-adikku yang selalu memberikan dukungan sehingga penulis terus semangat untuk memotivasi diri menjadi contoh kakak yang terus lebih baik.
3. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Joni Agustian, S.T., M.Sc., IPM selaku dosen pembimbing I atas kesediannya dan kesabarannya untuk memberikan bimbingan, motivasi, dan arahan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir.
5. Ibu Simparmin Br Ginting, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

6. Ibu Panca Nugrahini F, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran serta masukan kepada penulisan tugas akhir ini.
7. Bapak Donny Lesmana, S.T., M. Sc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran serta masukan kepada penulis untuk penulisan tugas akhir ini.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. Joni Agustian, S.T., M.Sc., IPM selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan selama penulis belajar dibangku kuliah.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan hidup selama penulis menjadi mahasiswa.
10. Staff Administrasi Jurusan Teknik Kimia yang selama ini selalu membantu penulis dalam hal pemberkasan dan informasi selama perkuliahan
11. Shinta Afidah Yahya, teman seperjuangan yang telah kebersamaan tahun-tahun yang telah dilewati di Teknik Kimia Unila mulai dari mahasiswa baru, himpunan, penelitian, hingga tugas akhir. Terima kasih atas segala cerita dan rintangan yang telah kita lewati bersama. Semoga kita sama-sama bisa meraih mimpi dan kesuksesan kita di masa depan. *Thank you so much, may we reach everything we deserve.*
12. Johannes, yang dengan sabar menemani dan menghibur serta memotivasi penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir ini. Atas segala kalimat pengingat, penenang, dan menyenangkan hati—penulis ucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya.

13. Abiyyu, Reza, Dion, Rafi, Tania, Faishal dan Maharani. Kawan seperjuangan sejak SMA yang tidak pernah lupa untuk menyemangati dan memotivasi penulis selama ini. Terima kasih untuk segala canda tawa dan kisah-kisah yang kita bagi selama ini terutama yang terus menyemangati penulis dalam proses penulisan tugas akhir ini.
14. Adhiesty, Tyara, Fadhila, Ana ,Ahwan, Adam, dan Nico. Teman-teman yang hadir dan mewarnai hidup penulis semenjak mahasiswa baru hingga saat ini. Terima kasih untuk semangat dan tawa yang selalu kalian berikan pada penulis.
15. Teman-teman Teknik Kimia 2019 yang telah menemani setiap tahap perjalanan penulis selama berada di Teknik Kimia serta telah memberi warna dalam kehidupan perkuliahan penulis.
16. Fika Merliana, S. T., terimakasih telah memberikan banyak sekali dukungan, kritikan, serta bantuan kepada penulis dalam segala hal.
17. Adik-adik tingkat, yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan informasi seputar pertekiman.
18. Semua pihak yang turut membantu penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, akan tetapi semoga skripsi ini dapat membawa manfaat dan keberkahan bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama bagi semua civitis Ilmu Komputer Universitas Lampung.

Bandarlampung, 23 Januari 2026

Dhiya Hallausania Putri T.  
NPM. 1915041026



## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>COVER.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<i>Motto dan Persembahan .....</i>	<i>ix</i>
<b>SANWACANA .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xxii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Kegunaan Produk.....	2
1.3. Ketersediaan Bahan Baku .....	2
1.4. Analisis Pasar.....	2
1.5. Lokasi Pabrik .....	5
<b>BAB II PEMILIHAN PROSES DAN URAIAN PROSES .....</b>	<b>8</b>
2.1. Jenis-jenis Proses .....	8
2.2. Pemilihan Proses .....	9
2.3. Kelayakan Teknis.....	14
2.4. Uraian Proses .....	22
<b>BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK.....</b>	<b>25</b>
3.1. Bahan Baku .....	25
3.2. Produk .....	29
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....</b>	<b>32</b>
4.1. Neraca Massa.....	33
4.2. Neraca Energi .....	36
<b>BAB V SPESIFIKASI ALAT.....</b>	<b>40</b>
5.1 Spesifikasi Alat Proses .....	40

5.2	Peralatan Utilitas .....	58
<b>BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....</b>		<b>88</b>
6.1.	Unit Penyedia Air .....	88
6.2.	Unit Penyedia Panas .....	100
6.3.	Unit Pembangkit Tenaga Listrik .....	100
6.4.	Penyediaan Bahan Bakar .....	101
6.5.	Unit Penyediaan Udara Instrumentasi .....	101
6.6.	Unit Pengolahan Limbah .....	102
6.7.	Laboratorium .....	103
6.8.	Instrumentasi dan Pengendalian Proses .....	106
<b>BAB VII LOKASI DAN TATA LETAK.....</b>		<b>109</b>
7.1.	Lokasi Pabrik.....	109
7.2.	Tata Letak Pabrik .....	115
7.3.	Tata Letak Peralatan .....	119
7.4.	Plant Road .....	124
<b>BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN OPERASI PERUSAHAAN ....</b>		<b>125</b>
8.1.	<i>Project Master Schedule</i> .....	125
8.2.	Bentuk Perusahaan .....	129
8.3.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	132
8.4.	Tugas dan Wewenang .....	134
8.5.	Status Karyawan dan Sistem Penggajian .....	144
8.6.	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	145
8.7.	Jumlah Tenaga Kerja.....	148
8.8.	Kesejahteraan Karyawan .....	150
8.9.	Manajemen Produksi .....	155
<b>BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI.....</b>		<b>160</b>
9.1.	Investasi.....	160
9.2.	Evaluasi Ekonomi.....	164
9.3.	Angsuran Pinjaman .....	167
9.4.	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i> .....	167
<b>BAB X KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>169</b>
10.1.	Kesimpulan .....	169

10.2.   Saran .....	170
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>171</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Data Impor Kebutuhan Impor <i>Glyphosate</i> di Indonesia .....	3
Tabel 1. 2. Data Konsumsi <i>Glyphosate</i> di Indonesia .....	4
Tabel 2. 1. Harga Senyawa Bahan Baku dan Produk .....	11
Tabel 2. 2. Kontribusi Gugus Fungsi pada N-PMIDA ( $C_5H_{10}NO_7P$ ) .....	15
Tabel 2. 3. Kontribusi Gugus Fungsi pada <i>Glyphosate</i> ( $C_3H_8NO_7P$ ) .....	15
Tabel 2. 4. Nilai $\Delta H^\circ_f$ dan $\Delta G^\circ$ pada Senyawa Lain .....	15
Tabel 2. 5. Perbandingan Proses Pembuatan <i>Glyphosate</i> .....	19
Tabel 4. 1 Neraca Massa di <i>Mixing Point</i> (MP – 101) .....	33
Tabel 4. 2 Total Neraca Massa di <i>Dissolving Tank</i> (DT-101) .....	34
Tabel 4. 3 Neraca Massa di Reaktor (RE-201) .....	34
Tabel 4. 4 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-301) .....	34
Tabel 4. 5 Neraca Massa <i>Crystallizer</i> (CR-401) .....	35
Tabel 4. 6 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-401) .....	35
Tabel 4. 7 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD – 401) .....	36
Tabel 4. 8 neraca energi <i>mixing point</i> (MP – 101) .....	36
Tabel 4. 9 neraca energi <i>mixing point</i> (MP – 101) .....	36
Tabel 4. 10 Neraca Energi Heat Exchanger (HE – 101) .....	37
Tabel 4. 11 Neraca Energi Reaktor (RE – 201) .....	37
Tabel 4. 12 Neraca Energi <i>Evaporator</i> (EV – 301) .....	37
Tabel 4. 13 Neraca Energi Heat Exchanger (HE – 201) .....	38
Tabel 4. 14 Neraca Energi <i>Crystallizer</i> (CR – 401) .....	38
Tabel 4. 15 Neraca Energi <i>Centrifuge</i> (CF – 401) .....	38
Tabel 4. 16 Neraca Energi <i>Rotary Dryer</i> (RD – 401) .....	39
Tabel 5. 1 Spesifikasi Gudang Bahan Baku NPMIDA (GB – 101) .....	40
Tabel 5. 2 Spesifikasi Gudang Katalis Pd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (GB -102) .....	40
Tabel 5. 3 Spesifikasi <i>Silo Storage</i> (SS – 101) .....	41
Tabel 5. 4 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC – 101) .....	41
Tabel 5. 5 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE – 101) .....	42
Tabel 5. 6 Spesifikasi <i>Dissolving Tank</i> (DT – 101) .....	42

Tabel 5. 7 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 101) .....	43
Tabel 5. 8 Spesifikasi Storage Tank H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ST – 101) .....	44
Tabel 5. 9 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 102) .....	44
Tabel 5. 10 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE – 101).....	45
Tabel 5. 11 Spesifikasi Reaktor (RE – 201).....	46
Tabel 5. 12 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 103) .....	46
Tabel 5. 13 Spesifikasi Evaporator (EV – 301) .....	47
Tabel 5. 14 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 104) .....	48
Tabel 5. 15 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE – 301).....	49
Tabel 5. 16 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 105) .....	49
Tabel 5. 17 Spesifikasi <i>Crystallizer</i> (CR – 301) .....	50
Tabel 5. 18 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 106) .....	51
Tabel 5. 19 Spesifikasi Centrifuge (CF – 401) .....	52
Tabel 5. 20 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 107) .....	52
Tabel 5. 21 Spesifikasi Screw Conveyor (SC – 402).....	53
Tabel 5. 22 Spesifikasi Bucket Elevator (BE – 401) .....	53
Tabel 5. 23 Spesifikasi Hopper (HP – 301) .....	54
Tabel 5. 24 Spesifikasi Rotary Dryer (RD – 401).....	55
Tabel 5. 25 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC – 402) .....	56
Tabel 5. 26 Spesifikasi Bucket Elevator (BE – 402) .....	56
Tabel 5. 27 Spesifikasi Silo Storage (SS – 401) .....	57
Tabel 5. 28 Spesifikasi Screw Conveyor (SC – 403).....	57
Tabel 5. 29 Gudang Penyimpanan .....	58
Tabel 5. 30 Spesifikasi Bak Sedimentasi (BS – 501) .....	58
Tabel 5. 31 Spesifikasi Hot Basin (HB – 501).....	59
Tabel 5. 32 Spesifikasi Cold Basin (CB – 501) .....	59
Tabel 5. 33 spesifikasi tangki alum (ST – 501) .....	59
Tabel 5. 34 Spesifikasi Tangki Kaporit (ST – 502) .....	60
Tabel 5. 35 Spesifikasi Tangki Soda Kaustik (ST – 503).....	61
Tabel 5. 36 Spesifikasi Tangki Air Filter (ST – 504) .....	62
Tabel 5. 37 Spesifikasi Tangki H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ST – 505) .....	63
Tabel 5. 38 Spesifikasi Tangki Dispersant (ST – 506) .....	63

Tabel 5. 39 Spesifikasi Tangki Inhibitor Natrium Posfat ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) (ST – 504)...	64
Tabel 5. 40 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Air Proses (ST – 508).....	65
Tabel 5. 41 Spesifikasi Tangki Air Kondensat (ST – 509).....	66
Tabel 5. 42 Spesifikasi Tangki Hidrazin (ST – 510) .....	66
Tabel 5. 43 Spesifikasi Clarifier (CL – 501).....	67
Tabel 5. 44 Spesifikasi Sand Filter (SF – 501) .....	68
Tabel 5. 45 Spesifikasi Cooling Tower (CT – 501).....	68
Tabel 5. 46 Spesifikasi Cation Exchanger (CE – 501) .....	69
Tabel 5. 47 Spesifikasi Anion Exchanger (AE – 501).....	70
Tabel 5. 48 Spesifikasi Daerator (DA – 501).....	71
Tabel 5. 49 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 501) .....	71
Tabel 5. 50 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 502) .....	72
Tabel 5. 51 Spesifikasi Pompa Utilias (PU – 503) .....	72
Tabel 5. 52 Spesifikasi Pompa Proses (PU – 504).....	73
Tabel 5. 53 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 505) .....	74
Tabel 5. 54 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 506) .....	74
Tabel 5. 55 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 507) .....	75
Tabel 5. 56 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 508) .....	75
Tabel 5. 57 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 509) .....	76
Tabel 5. 58 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 510) .....	76
Tabel 5. 59 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 511) .....	77
Tabel 5. 60 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 512) .....	77
Tabel 5. 61 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 513) .....	78
Tabel 5. 62 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 514) .....	78
Tabel 5. 63 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 515) .....	79
Tabel 5. 64 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 516) .....	79
Tabel 5. 65 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 517) .....	80
Tabel 5. 66 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 518) .....	81
Tabel 5. 67 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 519) .....	81
Tabel 5. 68 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 520) .....	82
Tabel 5. 69 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 521) .....	82
Tabel 5. 70 Spesifikasi Pompa Utilitas (PP – 522).....	83



Tabel 5. 71 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 523) .....	83
Tabel 5. 72 Spesifikasi Boiler (BO – 501).....	84
Tabel 5. 73 Spesifikasi Blower Steam (BS – 501).....	84
Tabel 5. 74 Spesifikasi Blower Udara (BU – 501) .....	85
Tabel 5. 75 Spesifikasi Blower Udara (BU – 502) .....	85
Tabel 5. 76 Spesifikasi Blower Udara (BU – 503) .....	85
Tabel 5. 77 Spesifikasi Blower Udara (BU – 504) .....	85
Tabel 5. 78 Spesifikasi Air Dryer (AD – 501).....	86
Tabel 5. 79 Spesifikasi Compressor (CP – 501) .....	86
Tabel 5. 80 Spesifikasi Generator Set (GS - 501).....	87
Tabel 5. 81 Spesifikasi Tangki Bahan Bakar (ST – 511).....	87
Tabel 6. 1 Kebutuhan Air Umum.....	89
Tabel 6. 2 Kebutuhan Air Proses .....	90
Tabel 6. 3 Kebutuhan Air Pendingin .....	96
Tabel 6. 4 Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian .....	107
Tabel 6. 5 Pengendalian Variabel Utama Proses .....	108
Tabel 8. 1 Project Master Schedule of Glyphosate Plant.....	128
Tabel 8. 2 Jadwal kerja regu shift .....	147
Tabel 8. 3 Struktur Organisasi Perusahaan .....	148
Tabel 8. 4 Penggolongan Tenaga Kerja .....	149
Tabel 9. 1 Fixed Capital Investment .....	160
Tabel 9. 2 <i>Manufacturing Cost</i> .....	162
Tabel 9. 3 <i>General Expenses</i> .....	163
Tabel 9. 4 Biaya Administratif.....	163
Tabel 9. 5 <i>Minimum acceptable persent return on investment</i> .....	165
Tabel 9. 6 <i>Acceptable payout time</i> untuk tingkat resiko pabrik.....	165
Tabel 9. 7 Hasil Uji Kelayakan Ekonomi .....	168
Tabel A. 1 Berat Molekul tiap Komponen.....	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Grafik Data Impor <i>Glyphosate</i> di Indonesia .....	3
Gambar 1. 2. Grafik Data Konsumsi <i>Glyphosate</i> Per Tahun di Indonesia .....	4
Gambar 2. 1. Diagram Alir Proses Pembuatan <i>Glyphosate</i> .....	24
Gambar 6. 1 Diagram Alir Pengolahan Limbah .....	90
Gambar 6. 2 Cooling Tower .....	97
Gambar 6. 3 Diagram Cooling Water System .....	98
Gambar 7. 1 Peta Jawa Timur .....	114
Gambar 7. 2 Lokasi Pabrik .....	114
Gambar 7. 3 Tata Letak Pabrik .....	118
Gambar 7. 4 Tata Letak Alat Proses .....	123

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dimana sebagian besar masyarakatnya bermatapencaharian sebagai petani. Petani banyak menggunakan peran herbisida untuk mengurangi jumlah populasi gulma yang mengganggu tanaman utama.

Penggunaan herbisida dalam aktivitas pertanian dunia masih dominan yaitu 49,6% dibandingkan dengan jumlah pestisida lainnya. Tiga bahan aktif herbisida paling luas digunakan adalah *glyphosate* (*N-phosnomethyl glycine*), *paraquat* (*paraquat dichloride*), dan 2,4-D (*dichloro phenoxyaceticacid*). Dari ketiga herbisida tersebut yang paling sering digunakan dunia adalah *glyphosate*.

*Glyphosate* pertama ditemukan pada tahun 1970 oleh John E. Franz yang bekerja untuk Monsanto. *Glyphosate* sudah populer sejak dipasarkan pertama kali pada tahun 1974 (Cox, 2004). *Glyphosate* bekerja menghambat metabolisme tanaman dan beberapa hari setelah penyemprotan tumbuhan menjadi layu, kuning, dan mati.

*Glyphosate* juga mengandung bahan kimia yang membuat herbisida menempel pada daun *glyphosate* dapat bergerak dari permukaan tumbuhan ke dalam sel tumbuhan (Lang, 2005). *Glyphosate* membunuh gulma dengan menghambat aktivitas dari enzim 5-asam *enolpyruvylshikimic-3-synthasefosfat* (EPSPS), yaitu penting bagi sintesa dari asam amino yaitu *tyrosine*, *tryptopan*, dan *phenylalanine*.

Di Indonesia belum ada pendirian industri yang memproduksi *glyphosate* baik sebagai produk utama maupun produk *intermediet* atau produk samping. Selama ini, indonesia hanya memformulasikan *glyphosate* yang didapat dari China. Senyawa *glyphosate* diformulasikan oleh PT. Nurfarm dan PT. Petrosid dengan cara proses pengenceran *glyphosate* teknis menjadi konsentrasi tertentu yang siap dijual dan dipakai. Untuk itu, berdasarkan program pemerintah yang dimulai pada tahun 2015 guna menyelesaikan masalah kemiskinan dengan

memposisikan pertanian sebagai kunci utama pembangunan, maka pabrik bahan baku herbisida ini perlu didirikan.

Pendirian pabrik *glyphosate* memiliki beberapa alasan yaitu untuk mengurangi impor karena peningkatan penggunaan herbisida, mencukupi kebutuhan dalam negeri, mendorong industri lain memanfaatkan *glyphosate*, selain itu juga dapat membuka lapangan pekerjaan baru untuk lulusan tingkat SMA, kejuruan maupun S1 yang sesuai dengan bidangnya.

### **1.2. Kegunaan Produk**

*Glyphosate* dibentuk dari *Neophosphonomethyl Iminodiacetic Acid* (NPMIDA) dan Hidrogen Peroksida. *Glyphosate* ini digunakan sebagai bahan campuran pembuatan herbisida. Herbisida ini nantinya akan digunakan petani untuk membasmi gulma agar tidak mengganggu tanaman utama (Woodburn, 2000).

### **1.3. Ketersediaan Bahan Baku**

Bahan Baku yang digunakan untuk memproduksi *glyphosate* adalah *Neophosphonomethyl Iminodiacetic Acid* (N-PMIDA) dan Hidrogen Peroksida.

N-PMIDA diperoleh dengan mengimpor dari China karena belum ada pabrik di Indonesia yang memproduksi bahan tersebut. Sedangkan Hidrogen Peroksida diperoleh dari PT. Samator Inti Peroksida yang berada di Gresik, Jawa Timur.

### **1.4. Analisis Pasar**

Analisis pasar merupakan langkah untuk mengetahui seberapa besar minat pasar terhadap suatu produk. Adapun analisis pasar meliputi data impor, data produksi, dan data konsumsi *glyphosate* di Indonesia.

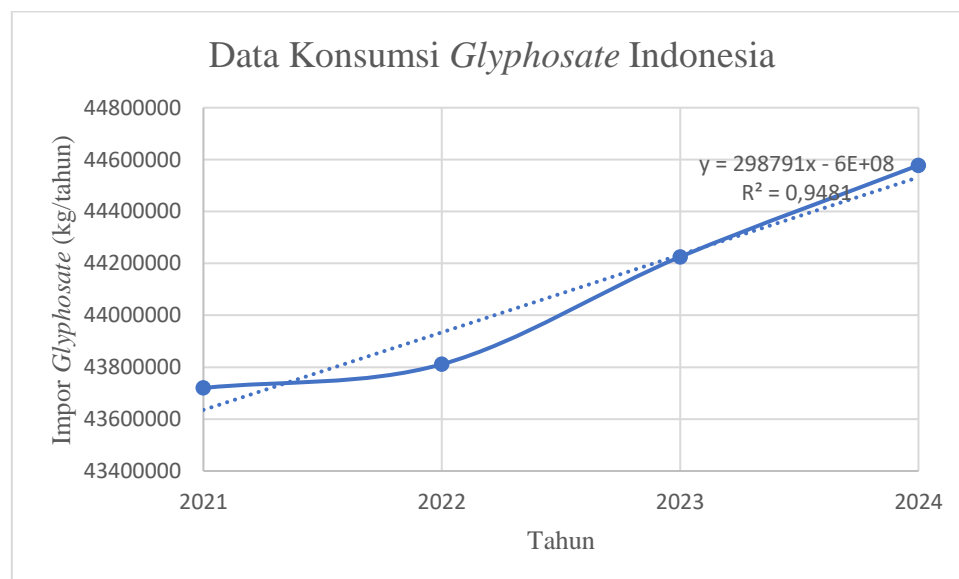
### A. Data Impor

*Glyphosate* yang dipakai di Indonesia selama ini berasal dari China yang diperkirakan akan selalu meningkat penggunaannya. Berikut adalah tabel 1.1 adalah data impor *glyphosate* di Indonesia yang berasal dari Badan Pusat Statistik.

Tabel 1. 1. Data Impor Kebutuhan Impor *Glyphosate* di Indonesia

Tahun	Tahun	Jumlah Data Impor Indonesia
	Ke-	(ton)
2021	1	43.719,99
2022	2	43.811,29
2023	3	44.225,23
2024	4	44.577,98

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2025.



Gambar 1. 1. Grafik Data Impor *Glyphosate* di Indonesia

Berdasarkan gambar 1.1 di atas didapatkan persamaan Y yang memiliki nilai R tertinggi dengan metode linier karena data yang diperoleh nilainya

saling berdekatan, sehingga diperkirakan pada tahun 2028 impor *glyphosate* ke Indonesia sebesar 46.324,555 ton.

## **B. Kapasitas Rancangan**

Kapasitas produksi suatu pabrik ditentukan berdasarkan kebutuhan konsumsi produk di dalam negeri, data impor, dan data produksi produk dalam negeri pada tahun yang ada.

Adapun persamaan untuk menghitung jumlah kebutuhan yang belum terpenuhi tersebut adalah sebagai berikut:

Kebutuhan yang belum terpenuhi di Indonesia = Data kebutuhan tahun 2028 –

Data impor pada tahun 2028 – Data produksi tahun 2028

$$= 46.324,555 \text{ ton}$$

$$= 46.324 \text{ ton}$$

Sehingga didapat jumlah kebutuhan *glyphosate* yang belum terpenuhi di Indonesia adalah 45.113 ton pada tahun 2028. Jumlah kebutuhan yang belum terpenuhi tersebut juga disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku. Jadi, kapasitas produksi pabrik yang akan berdiri adalah sebesar 85% dari kebutuhan yang belum terpenuhi tersebut yaitu 40.000 ton/tahun. Adapun tujuan didirikannya pabrik *glyphosate* di Indonesia dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga mengurangi impor dari negara lain.
2. Memicu berdirinya industri lain yang memiliki bahan baku *glyphosate*.
3. Membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat mengurangi jumlah pengangguran.



### 1.5. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi *pabrik* sangat penting pada suatu perancangan karena akan berpengaruh secara langsung terhadap kelangsungan hidup pabrik. Secara singkat dapat dikatakan bahwa orientasi perusahaan dalam menentukan lokasi pabrik yaitu mendapatkan keuntungan teknis dan ekonomis yang seoptimal mungkin.

Selain itu juga, lokasi pabrik ini dapat memberikan kemungkinan-kemungkinan perluasan pabrik dan memberikan keuntungan untuk jangka panjang. Berdasarkan faktor-faktor di bawah ini maka pabrik yang akan didirikan berlokasi di Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Berikut adalah alasan-alasan pendirian pabrik di lokasi tersebut:

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah N-PMIDA yang diimpor dari China melalui Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya sedangkan kebutuhan Hidrogen Peroksida diperoleh dari PT. Samator Inti Peroksida yang berada di Gresik, Jawa Timur.

2. Transportasi

Sebagai salah satu pusat industri, pemerintah kabupaten Gresik sangat memperhatikan kemudahan transportasi bagi pengangkutan bahan baku maupun produk industri. Antara Gresik dan Surabaya dihubungkan oleh sebuah Jalan Tol Surabaya-Manyar, yang terhubung dengan Jalan Tol Surabaya-Gempol. Selain itu, Kabupaten Gresik terletak tidak jauh dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dan direncanakan akan dibangun pelabuhan oleh PT. Pelabuhan Indonesia III (Pelindo III) di sekitar Kecamatan Manyar dan Kecamatan Ujang Pangkah. Karena kemudahan dalam akses transportasi darat dan laut itulah yang menjadi pertimbangan lain dalam memilih lokasi pabrik di Gresik.

3. Penyediaan Utilitas

Pada proses produksi dibutuhkan sarana dan prasarana seperti penyediaan air dan listrik. Air sangat diperlukan untuk kebutuhan proses reaksi, pendingin, dan lain sebagainya. Pentingnya peranan air dalam kelangsungan proses pada pabrik juga digunakan sebagai pertimbangan memilih lokasi di Gresik di Kabupaten Gresik terdapat sumber air yang dapat digunakan, yaitu dari sungai Bengawan Solo.

Kebutuhan bahan bakar dapat dipenuhi dengan adanya PT. Pertamina yang ada di kawasan industri yang berada di Gresik sedangkan kebutuhan listrik dari PT. PLN area pelayanan dan jaringan Gresik.

#### 4. Kondisi Geografis, Iklim, dan Gempa

Lokasi Kabupaten Gresik terletak di sebelah barat laut Kota Surabaya, ibukota Provinsi Jawa Timur. Pusat pemerintahan Kabupaten Gresik yaitu Kecamatan Gresik berada 20 km sebelah utara Kota Surabaya. Secara geografis, wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 112° sampai 113° Bujur Timur dan 7° sampai 8° Lintang Selatan dan merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 sampai 12 meter di atas permukaan air laut, kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter di atas permukaan laut. Topografi daerah Gresik cenderung landai dan secara umum daerah ini termasuk dalam zona gempa 3 (dari skala 1 sampai 3).

## 5. Tenaga Kerja

Gresik dikenal sebagai salah satu kawasan industri utama di Jawa Timur. Beberapa industri di Gresik antara lain Semen Gresik, Petrokimia Gresik, *Nippon Paint*, *BHS-Tex*, Industri perkayuan/*Plywood*, dan Maspion. Penyediaan *engineer* di wilayah Jawa cukup mudah didapat dan jenjang pendidikan tenaga kerja yang direkrut juga bervariasi, sesuai dengan kebutuhan pabrik. Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat diperoleh dari Gresik.

## BAB II

### PEMILIHAN PROSES DAN URAIAN PROSES

Proses produksi dalam pabrik kimia membutuhkan berbagai macam sistem proses dan sistem proses tersebut dirangkai dalam satu skala besar sistem proses yang disebut teknologi proses.

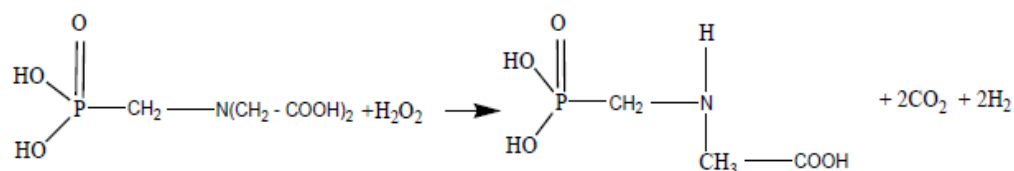
#### 2.1. Jenis-jenis Proses

Beberapa macam proses pembuatan *glyphosate* (*N-phosphonomethyglycine*) adalah sebagai berikut :

- a. Pembuatan *glyphosate* (*N-phosphonomethyglycine*) dari N-PMIDA (*N-phosphonomethyl iminodiacetic acid*) dengan hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

Proses pembuatan *glyphosate* (*N-phosphonomethyglycine*) dengan bahan dasar N-PMIDA dan hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) menggunakan katalis asam (*US Patent No.3954848, 3950402*). Katalisator asam yang digunakan dapat berupa asam organik maupun anorganik antara lain : asam sulfat, formiat, hidroflorat, fosfat, florosulfat, nitrat, asetat, propionat, para-toluen sulfonat, benzene sulfonat,  $\text{Pd/Al}_2\text{O}_3$  dan lain-lain.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Suhu reaksi yang digunakan adalah  $60\text{--}100^\circ\text{C}$  dan tekanan atmosferis atau lebih tinggi. Sedangkan dengan menggunakan reaksi ini *yield* produk terbaik pada temperatur sekitar  $90^\circ\text{C}$ . Perbandingan



$$= 0,00592 \text{ Kmol}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :

- Mol N-PMIDA ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{NO}_7\text{P}$ ) bereaksi = mol *glyphosate* terbentuk

$$= 0,00592 \text{ Kmol}$$

$$\text{Massa N-PMIDA yang bereaksi} = \text{Mol} \times \text{BM}$$

$$= 0,00592 \text{ Kmol} \times 227 \text{ Kg/Kmol}$$

$$= 1,3438 \text{ Kg}$$

- Mol  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang bereaksi = mol *glyphosate*

$$= 0,00592 \text{ Kmol}$$

$$\text{Massa } \text{H}_2\text{O}_2 \text{ yang bereaksi} = \text{Mol } \text{H}_2\text{O}_2 \times \text{BM}$$

$$= 0,00592 \text{ Kmol} \times 34 \text{ Kg/Kmol}$$

$$= 0,2013 \text{ Kg}$$

Produk samping yang diperoleh yaitu hidrogen ( $\text{H}_2$ ) dan  $\text{CO}_2$ , maka :

- Mol  $\text{H}_2$  = mol *glyphosate*

$$= 0,00592 \text{ Kmol}$$

$$\text{Massa } \text{H}_2 = 0,00592 \text{ Kmol} \times 2 \text{ Kg/Kmol}$$

$$= 0,01184 \text{ Kg}$$

$$\text{Volume } \text{H}_2 = \frac{m}{\rho}$$

$$= \frac{11,84 \text{ gr}}{0,807 \text{ gr/ml}} = 14,671 \text{ ml} = 0,0147 \text{ L}$$



- $$\begin{aligned}\text{Mol CO}_2 &= \text{mol } \textit{glyphosate} \\ &= 0,00592 \text{ Kmol} \\ \text{Massa CO}_2 &= 0,00592 \text{ Kmol} \times 2 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 0,01184 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Tabel 2. 1. Harga Senyawa Bahan Baku dan Produk

Senyawa	Harga (Rp)
<i>Glyphosate</i>	3.182.058/Kg
N-PMIDA	1.314.900/Kg
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.019.961/Kg
O <sub>2</sub>	3.383/L
H <sub>2</sub>	198.000/L
CO <sub>2</sub>	262.980/Kg
Pd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.538.000/Kg

Sumber : Anonymous A, 2015 dan PT. Aneka Gas, 2017.

<http://www.sciencelab.com> 2022

<http://phyedumedia.com> 2022

\* Kurs 1 USD = Rp. 15.374,00 (Anonymous B, 2023).

Jadi, untuk menghasilkan 1 Kg *glyphosate* dibutuhkan biaya bahan baku sebesar :

$$\begin{aligned}\text{N-PMIDA} &= 1,3438 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 1.314.900/\text{Kg} \\ &= \text{Rp. } 1.766.962 \\ \text{H}_2\text{O}_2 &= 0,2013 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 1.019.961/\text{Kg} \\ &= \text{Rp. } 205.298\end{aligned}$$

Katalis yang digunakan adalah Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebanyak 1% berat dari N-PMIDA

(US Patent No. 5043475), maka:

$$\text{Massa Katalis} = 1\% \times 1,3438 \text{ Kg}$$

$$= 0,0134 \text{ Kg}$$

$$\text{Katalis} = 0,0134 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 1.538.000$$

$$= \text{Rp. } 20.600$$

Sedangkan untuk produk samping berupa  $\text{H}_2$  dan  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan:

$$\text{Harga } \text{H}_2 = 0,01184 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 115.000/\text{Kg}$$

$$= \text{Rp. } 1.317$$

$$\text{Harga } \text{CO}_2 = 0,01184 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 86.000/\text{Kg}$$

$$= \text{Rp. } 1.018$$

$$\text{Selisih harga} = \text{Harga produk} - \text{harga bahan baku}$$

$$= (\text{Harga produk utama} + \text{Harga produk samping}) - (\text{Harga N-PIMDA} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Katalis})$$

$$= (\text{Rp. } 3.182.058 + \text{Rp. } 1.317 + \text{Rp. } 1.018) - (\text{Rp. } 1.766.962 + \text{Rp. } 205.298 + \text{Rp. } 20.600)$$

$$= \text{Rp. } 1.191.533,-$$

- b. Proses menggunakan N-PMIDA (*N-phosphonomethyl iminodiacetic acid*) dan Oksigen ( $\text{O}_2$ )



$$\text{BM :} \quad 227 \quad 32 \quad 169 \quad 46 \quad 44$$

Produk yang terbentuk pada reaksi diatas adalah *glyphosate* ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_7\text{P}$ )

Jika pada reaksi tersebut *glyphosate* yang terbentuk sebanyak 1 Kg, maka:

- Mol *glyphosate* yang terbentuk  $= \frac{\text{Massa}}{\text{BM}}$

$$= \frac{1 \text{ Kg}}{169 \text{ Kg/Kmol}}$$

$$= 0,00592 \text{ Kmol}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :

- Mol N-PMIDA ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{NO}_7\text{P}$ ) bereaksi = mol *glyphosate* yang terbentuk  
 $= 0,00592 \text{ Kmol}$   
 Massa N-PMIDA yang bereaksi = Mol x BM  
 $= 0,00592 \text{ Kmol} \times 227 \text{ Kg/Kmol}$   
 $= 1,3438 \text{ Kg}$
- Mol  $\text{O}_2$  yang bereaksi = mol *glyphosate* =  $0,00592 \text{ Kmol}$   
 Massa  $\text{O}_2$  yang bereaksi = Mol  $\text{H}_2\text{O}_2$  x BM  
 Massa  $\text{O}_2$  yang bereaksi =  $0,01184 \text{ Kmol} \times 32 \text{ Kg/Kmol}$   
 $= 0,1894 \text{ Kg}$
- Volume  $\text{O}_2$  
$$= \frac{\text{massa}}{\text{densitas}}$$
  

$$= \frac{189,4 \text{ gr}}{1,3 \text{ gr/L}} = 145,6 \text{ Liter}$$

Jadi berdasarkan tabel 2.1 untuk menghasilkan 1 Kg *glyphosate* dibutuhkan biaya bahan baku sebesar:

$$\begin{aligned} \text{N-PMIDA} &= 1,3438 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 1.314.900/\text{Kg} \\ &= \text{Rp. } 1.766.962 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{O}_2 &= 145,6 \text{ Liter} \times \text{Rp. } 3.383/\text{Liter} \\ &= \text{Rp. } 492.877 \end{aligned}$$

Berdasarkan *European Patent No. 0472693B1* yield yang dihasilkan adalah 96,4%. Maka katalis yang digunakan sebanyak 0,0838 Kg, sehingga:

$$\begin{aligned}\text{Katalis} &= 0,0838 \text{ Kg} \times \text{Rp. 12.000} \\ &= \text{Rp. 1.006}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Selisih harga} &= \text{Harga produk} - \text{harga bahan baku} \\ &= \text{Harga produk} - (\text{Harga N-PIMDA} + \text{O}_2 + \text{Katalis}) \\ &= \text{Rp.3.182.058} - (\text{Rp. 1.766.962} + \text{Rp. 492.877} + \text{Rp.1.006}) \\ &= \text{Rp. 921.213,-}\end{aligned}$$

### 2.3. Kelayakan Teknis

#### A. Tinjauan Termodinamika

Jika proses ditinjau dari panas reaksinya, yaitu dengan cara memperhitungkan nilai energi bebas gibs (kondisi reaksi) ( $\Delta G_R$ ) dan panas reaksi pembentukan (kondisi reaksi) ( $\Delta H_R$ ).

$$\begin{aligned}\Delta H_R &= \Delta H_f + \int_{T_0}^T \Delta C_p \cdot dT \\ \Delta G_R &= \Delta H_f - \frac{T}{T_0} (\Delta H_f - \Delta G_0) + R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} dT - RT \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} \frac{dT}{T}\end{aligned}$$

Bahan baku utama dan produk yang dihasilkan memiliki rumus molekul panjang dan memiliki beberapa gugus fungsi, sehingga untuk menghitung nilai energi bebas gibs standar ( $\Delta G^\circ$ ) dan panas reaksi pembentukan standar ( $\Delta H^\circ_f$ ) digunakan pendekatan rumus molekul yaitu dengan kontribusi gugus fungsi. Metode Joback pada Reid, 1987 dapat

digunakan untuk estimasi nilai  $\Delta G^\circ$  dan  $\Delta H^\circ_f$ . Kontribusi gugus fungsi yang terdapat pada reaksi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 2. Kontribusi Gugus Fungsi pada N-PMIDA ( $C_5H_{10}NO_7P$ )

Gugus	$\Delta H^\circ_f$ (kJ/mol)	$\Delta G^\circ$ (kJ/mol)	Jumlah ( $n_i$ )
-CH <sub>2</sub> -	-26,8	-3,68	3
-COOH	-426,72	-387,87	2
-OH	-208,04	-189,20	2
-N<	110,74	-190,14	1
Li	552,28	690,36	1
>P-			

(Sumber : Reid, C., Ed.4<sup>th</sup>, 1987, hal. 155, Tabel 6.1)

Tabel 2. 3. Kontribusi Gugus Fungsi pada *Glyphosate* ( $C_3H_8NO_7P$ )

Gugus	$\Delta H^\circ_f$ (kJ/mol)	$\Delta G^\circ$ (kJ/mol)	Jumlah ( $n_i$ )
-CH <sub>2</sub> -	-26,8	-3,68	3
-COOH	-426,72	-387,87	2
-OH	-208,04	-189,20	2
-N<	110,74	-190,14	1
Li	552,28	690,36	1
>P-			

(Sumber : Reid, C., Ed.4<sup>th</sup>, 1987, hal. 155, Tabel 6.1)

Tabel 2. 4. Nilai  $\Delta H^\circ_f$  dan  $\Delta G^\circ$  pada Senyawa Lain

Gugus	$\Delta H^\circ_f$ (kJ/mol)	$\Delta G^\circ$ (kJ/mol)
H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	-241,80	-228,60
CO <sub>2</sub>	-339,50	-394,40
HCOOH	-378,61	-351
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-136,30	-105,6
O <sub>2</sub>	0	0
H <sub>2</sub>	0	0

(Sumber : Yaws, 1999).

$\Delta H$  menunjukkan panas reaksi yang dihasilkan selama proses berlangsungnya reaksi kimia. Besar atau kecil nilai  $\Delta H$  tersebut menunjukkan jumlah energi yang dibutuhkan maupun dihasilkan.  $\Delta H$  bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut membutuhkan panas untuk berlangsungnya reaksi sehingga semakin besar  $\Delta H$  maka semakin besar juga energi yang dibutuhkan. Sedangkan  $\Delta H$  bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut menghasilkan panas selama proses berlangsungnya reaksi.

Menghitung nilai  $\Delta H^\circ_f$  untuk N-PMIDA dan glyphosate:

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_f \text{ N-PMIDA} &= (68.29 + \sum \Delta H^\circ_f \text{ ikatan}) \text{ kJ/mol} \\ &= [68.28 + (3 \times (-3,68)) + (2 \times (-387,87)) + (2 \times (-189,20)) + \\ &\quad (110,74) + (552,29)] \\ &= -618,62 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_f \text{ glyphosate} &= (68.29 + \sum \Delta H^\circ_f \text{ ikatan}) \text{ kJ/mol} \\ &= [68.28 + (2 \times (-26,8)) + (-426,72) + (2 \times (-208,04)) + (110,74) \\ &\quad + (552,29)] \\ &= -469,96 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Sedangkan  $\Delta G^\circ$  menunjukkan spontan atau tidak spontannya suatu reaksi kimia.  $\Delta G^\circ$  bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar. Sedangkan  $\Delta G^\circ$  bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya membutuhkan sedikit energi. Oleh karena itu semakin kecil atau negatif  $\Delta G^\circ$  maka reaksi tersebut akan semakin baik karena untuk berlangsung spontan energi yang dibutuhkan semakin kecil.

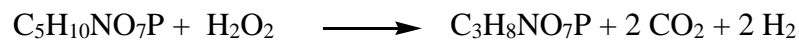
Menghitung nilai  $\Delta G^\circ$  untuk N-PMIDA dan *glyphosate*:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ \text{ N-PMIDA} &= (53,88 + \sum \Delta G^\circ \text{ ikatan}) \text{ kJ/mol} \\ &= [53,88 + (3 \times (-3,68)) + (2 \times (-387,87)) + (2 \times (-189,20)) \\ &\quad + (-190,14) + (690,36)] \\ &= -611,08 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^\circ \text{ Glyphosate} &= (53,88 + \sum \Delta H^\circ_{\text{ikatan}}) \text{ kJ/mol} \\
 &= [53,88 + (2 \times (-3,68)) + (-387,87) + (2 \times (-189,20)) + (-190,14) + (690,36)] \\
 &= -190,83 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

**a. Proses menggunakan N-PMIDA (*N-phosphonomethyl iminodiacetic acid*) dan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

Reaksi yang terjadi:



Menghitung nilai  $\Delta H_{\text{Reaksi}}$  pada suhu reaksi (90°C) :

$$\Delta H^\circ_r = \Delta H^\circ_f \text{ Produk} - \Delta H^\circ_f \text{ Reaktan (Suhu Referensi)}$$

$$\Delta H_r = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (\Delta T = \text{suhu reaksi} - \text{suhu referensi} = 90^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$\Delta H_{\text{Reaksi}} = \Delta H_r \text{ Reaktan} + \Delta H^\circ_r + \Delta H_r \text{ Produk}$$

$$= -255.159,4 + 148,66 + (-388.348,48)$$

$$= -643.359,22 \text{ kJ/mol}$$

Sedangkan untuk menghitung nilai  $\Delta G_{\text{reaksi}}$  sebagai berikut:

Menghitung nilai  $\Delta G_{\text{Reaksi}}$  pada suhu reaksi (90°C) :

$$\Delta G^\circ_r = \Delta G^\circ_f \text{ Produk} - \Delta G^\circ_f \text{ Reaktan (Suhu Referensi)}$$

$$\Delta G_{\text{Reaksi}} = \Delta G_{\text{Produk}} + \Delta G^\circ_r + \Delta G_{\text{Reaktan}}$$

$$= -1.313,04 + 420,25 + (-528,66)$$

$$= -1.421,45 \text{ kJ/mol}$$

**b. Proses menggunakan N-PMIDA (*N-phosphonomethyl iminodiacetic acid*) dan Oksigen (O<sub>2</sub>)**

Reaksi yang terjadi:



Menghitung nilai  $\Delta H_{\text{Reaksi}}$  pada suhu reaksi (80°C) :

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ \text{ Produk} - \Delta H_f^\circ \text{ Reaktan (Suhu Referensi)}$$

$$\Delta H_r = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (\Delta T = \text{suhu reaksi} - \text{suhu referensi} = 80^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$\Delta H_{\text{Reaksi}} = \Delta H_r \text{ Reaktan} + \Delta H_r^\circ + \Delta H_r \text{ Produk}$$

$$= -202.904 + 148,66 + (-154.461,14)$$

$$= -357.216,48 \text{ kJ/mol}$$

Sedangkan untuk menghitung nilai  $\Delta G_{\text{reaksi}}$  sebagai berikut:

Menghitung nilai  $\Delta G_{\text{Reaksi}}$  pada suhu reaksi (80°C) :

$$\Delta G_r^\circ = \Delta G_f^\circ \text{ Produk} - \Delta G_f^\circ \text{ Reaktan (Suhu Referensi)}$$

$$\Delta G_{\text{Reaksi}} = \Delta G_{\text{Produk}} + \Delta G_r^\circ + \Delta G_{\text{Reaktan}}$$

$$= -1.242,35 + 420,25 + (-664,96)$$

$$= -1.487,06 \text{ kJ/mol}$$



Tabel 2. 5. Perbandingan Proses Pembuatan *Glyphosate*

No.	Keterangan	Proses	
		N-PMIDA+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	N-PMIDA+O <sub>2</sub>
1.	Suhu Operasi	75°C	80°C
2.	Konversi	65%	55,9%
3.	Keuntungan	Rp. 1.223.234	Rp. 921.213
4.	Alat yang digunakan	Reaktor <i>Fixed Bed</i> , Kristalizer, <i>Centrifuge</i>	Reaktor <i>Bubble</i> , Kristalizer, <i>Centifuge</i>
5.	Katalis	Pd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Karbon Aktif
6.	$\Delta G_{\text{Reaksi}}$	-1.421,45 kJ/mol	-1.487,06 kJ/mol
7.	$\Delta H_{\text{Reaksi}}$	-643.359,22 kJ/mol	-357.216,48 kJ/mol

Berdasarkan data dari tabel 2.5. dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses dengan menggunakan bahan baku N-PMIDA dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menghasilkan konversi yang besar.
2. Kedua proses mempunyai nilai  $\Delta G_{\text{Reaksi}} < 0$ , menunjukkan bahwa reaksi pembentukan *glyphosate* dapat berlangsung spontan dengan konsumsi energi kecil.
3.  $\Delta H_{\text{Reaksi}}$  dengan bahan baku N-PMIDA dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kecil sehingga konsumsi energi yang dibutuhkanpun akan sedikit dan bernilai negatif menunjukkan bahwa reaksi bersifat eksotermis (mengeluarkan panas).
4. Alat yang digunakan untuk setiap proses hanya berbeda di jenis reaktornya. Untuk penggunaan dan penanganannya lebih praktis reaktor *fixed bed*.

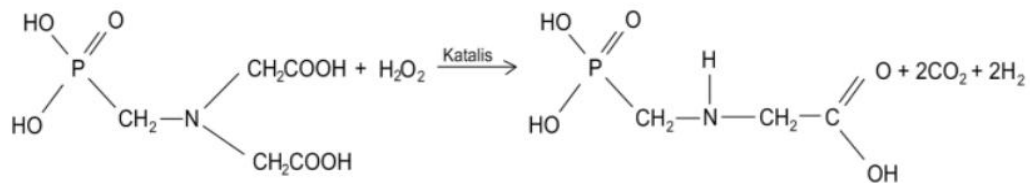
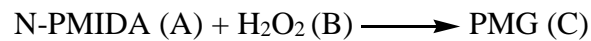
Berdasarkan kesimpulan diatas maka proses yang dipilih untuk menghasilkan *glyphosate* adalah proses 1 dengan bahan baku N-PMIDA dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

## B. Tinjauan Kinetika

Berdasarkan Jurnal Rekayasa Proses diperoleh kinetika reaksi pada pembuatan *glyphosate* dari N-PMIDA dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebagai berikut :

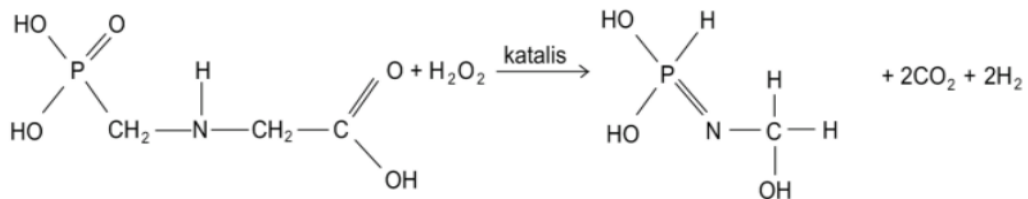
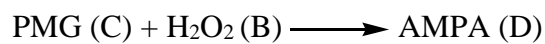
$$k_1 = 2,3428 \times 10^8 \exp\left(\frac{-70.711,85}{RT}\right), \text{ L/mol.menit}$$

Reaksi :

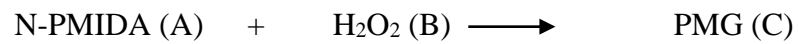
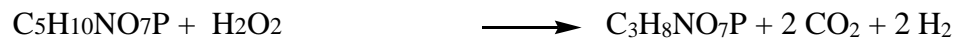


$$k_2 = 8,2667 \times 10^{11} \exp\left(\frac{-91.467,01}{RT}\right), \text{ L/mol.menit}$$

Reaksi :



### Hubungan Konsentrasi dengan Waktu



Awal :  $N_{A0}$   $N_{B0}$

Reaksi :  $(-N_{B0} X_B)$   $(-N_{B0} X_B)$   $(+N_{B0} X_B)$

---

Sisa :  $N_{A0} - N_{B0} X_B$   $N_{B0} - N_{B0} X_B$   $N_{B0} X_B$

Pada waktu tertentu diperoleh  $N_C = N_{B0} X_B$

$$N_B = N_{B0} (1 - X_B)$$

Konsentrasi :

$$C_B = \frac{N_B}{V}$$

$$C_B = \frac{N_{B0}(1 - X_B)}{V}$$

$$C_C = \frac{N_C}{V}$$

$$C_C = \frac{N_C}{V} = \frac{N_{B0} X_B}{V}$$

Neraca massa *glyphosate*:

*Rate of Input – Rate of Output + Rate of Reaction = Rate of Accumulation*

$$0 - 0 + (k_1 C_A C_B - k_2 C_C C_B) V = \frac{dC_C V}{dt}$$

$$\frac{dCc}{dt} = k_1 C_A C_B - k_2 C_C C_B \quad \dots(3)$$

Substitusi persamaan (1) dan (2) ke persamaan (3), sehingga

$$\frac{dCc}{dt} = k_1 C_A \left( \frac{NB0}{V} - \frac{NB0 XB}{V} \right) - k_2 C_C \left( \frac{NB0}{V} - \frac{NB0 XB}{V} \right)$$

$$\frac{dC_c}{dt} = k_1 C_A (C_{B0} - C_c) - k_2 C_C (C_{B0} - C_c) \quad \dots(4)$$

Saat *glyphosate* belum terbentuk, dapat dianggap reaksi lanjut belum terjadi.

Maka kecepatan reaksi pembentukan *glyphosate* dapat dinyatakan:

$$\frac{dCc}{dt} = k_1 C_A C_B \quad \dots(5)$$

Karena nilai  $C_A$  dianggap tetap, maka diperoleh hasil persamaan akhir:

$$C_{Cl+1} = C_{B0} - \frac{(C_{B0} - C_c)}{\exp(k_1 C_A \Delta t)} \quad \dots(6)$$

Untuk itu, bila tersedia data konsentrasi glifosat sebagai fungsi waktu maka nilai  $k_1$  untuk percobaan tersebut dapat ditentukan. Nilai  $k_1$  memenuhi persamaan (6) minimum. Adapun nilai  $k_2$  dapat ditentukan bila jumlah glifosat sudah cukup banyak dengan nilai  $k_1$  diikutsertakan dalam perhitungan (persamaan 4).

#### 2.4. Uraian Proses

Proses pembuatan *glyphosate* dari bahan baku N-PMIDA dan hidrogen peroksida terbagi menjadi 4 tahap yaitu:

1. Tahap Persiapan Bahan Baku
2. Tahap Proses
3. Tahap Pemurnian
4. Tahap Pengemasan Produk

### 1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan Baku yang digunakan untuk memproduksi *glyphosate* adalah *Neophosphonomethyl Iminodiacetic Acid* (N-PMIDA) dan Hidrogen Peroksida. N-PMIDA yang diperoleh dengan mengimpor dari China yang memiliki konsentrasi 98% w/w dalam kemasan karung disimpan dalam gudang bahan baku (GB-101) terlebih dahulu. Setelah itu, N-PMIDA dialirkan menuju tangki penampungan sementara berupa *silo storage* (SS-101) kemudian diumpankan ke *dissolving tank* (DT-101) yang dilengkapi dengan pengaduk untuk melarutkannya dengan air. Sedangkan Hidrogen Peroksida diperoleh dari PT. Samator Inti Peroksida yang berada di Gresik, Jawa Timur disimpan dalam tangki dalam fasa cair (ST-101) dengan konsentrasi 30% dipanaskan di dalam *Heat Exchanger* (HE-101) sampai suhu 90°C. Kedua bahan baku tersebut dialirkan ke reaktor untuk direaksikan yang dipercepat reaksinya menggunakan katalis Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### 2. Tahap Proses

Campuran antara *Neophosphonomethyl Iminodiacetic Acid* (N-PMIDA), hidrogen peroksida yang selanjutnya dialirkan ke reaktor (RE-201) untuk direaksikan. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Hasil reaksi berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub> akan keluar melalui pipa pembuangan ke unit pengolahan H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Produk utama yang dihasilkan dari reaktor berupa *glyphosate* (*N-phosphonomethyl glycine*).

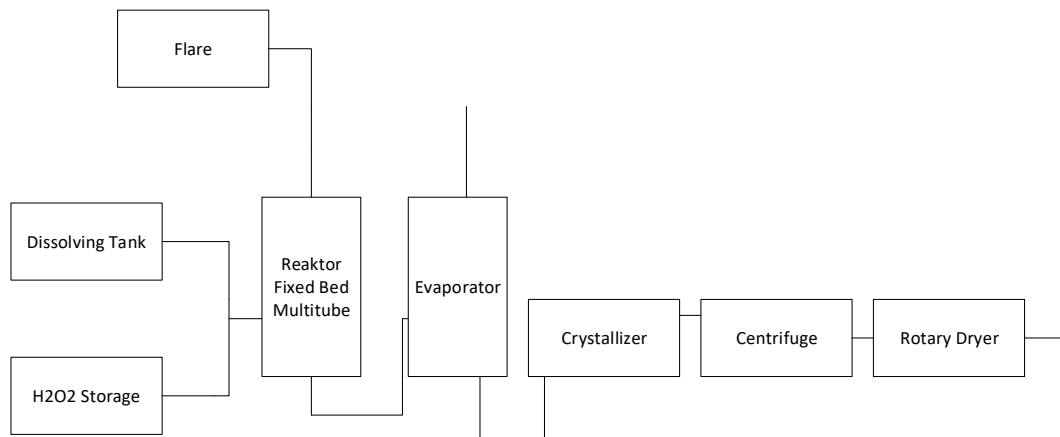
### 3. Tahap Pemurnian

Larutan yang keluar dari reaktor kemudian masuk *Evaporator* (EV-301) produk dengan reaktan sisa. Cairan produk yang telah terbentuk akan dikristalkan dengan *crystallizer* (CR-301). Keluaran dari *crystallizer* berupa kristal *glyphosate* dialirkan menuju *screw conveyor* (SC-401) untuk ditampung ke penampungan sementara. Gas

buang hasil reaktor yang merupakan produk samping dibakar dengan *flare*.

#### 4. Tahap Pengemasan Produk

Produk *glyphosate* dari *silo storage* (SS-401) dialirkan ke unit pengantongan lalu dikemas dalam plastik *woven* dengan berat 25 Kg dan disimpan dalam gudang produk (GP-401).



Gambar 2. 1. Diagram Alir Proses Pembuatan *Glyphosate*

### BAB III

#### SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

Adapun spesifikasi bahan baku dalam pembuatan *glyphosate* adalah sebagai berikut.

#### 3.1. Bahan Baku

##### A. Bahan baku utama

- a. N-PMIDA (*Neophosphonomethyl Iminodiacetic acid*)

Rumus Molekul :  $C_5H_{10}NO_7P$

Wujud pada 25°C : Serbuk padatan



Berat Molekul : 227 Kg/Kmol

Titik Nyala : 308,2°C

Titik leleh : 210°C

Titik Didih : 589,9°C pada 780 mmHg

Densitas : 1,792 g/cm<sup>3</sup>

*Bulk Density* : 650 Kg/m<sup>3</sup>

Viskositas : 19.150 cP

Kemurnian : 98% N-PMIDA, 2% air

MSDS :



Sifat : Tidak mudah terbakar, berbahaya jika terhirup atau tertelan, menyebabkan iritasi jika terkena kulit, dan korosif terhadap logam karena merupakan jenis asam.

Penyimpanan : Harus disimpan di tempat yang kering dan sejuk.

b. Hidrogen Peroksida

Rumus Molekul :  $\text{H}_2\text{O}_2$

Wujud : *Liquid (Aquos)*





Berat Molekul	: 34 gr/grmol
<i>Melting Point</i>	: -33°C
Titik didih	: 108°C
Tekanan Uap	: 5 mmHg
Densitas	: 1,4425 gr/mL
<i>Specific Gravity</i>	: 1,1
Viskositas	: 3754 cP
Kemurnian	: 30% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 70% air
Kapasitas Panas (Cp)	: $36,181 + 8,2657E-03T + 6,6420E-5 T^2 - 6,9944E-08T^3 + 2,0951 E-11T^4$ J/mol.K

MSDS :



Sifat

: Tidak mudah terbakar, sangat korodif dan eksplosif, merupakan bahan beracun, menyebabkan iritasi jika terkena kulit, dan oksidator kuat.

Penyimpanan : Tidak boleh disimpan pada suhu dibawah 8°C

c. Air

Rumus molekul : H<sub>2</sub>O

Wujud : *Liquid*



Berat Molekul : 18 Kg/Kmol  
 Densitas : 0,966 gr/liter  
 Titik Lebur : -  
 Titik Didih : 100°C  
 Temperatur Kritis : 373,3°C  
 Tekanan Kritis : 2,2120 kPa  
 Viskositas : 0,505 cP  
 Kapasitas Panas :  $33,933 - 8,4186E-03T + 2,9906E-05T^2$   
 (Cp)  $- 1,7825E-08T^3 + 3,6934E-12T^4$  (J/mol.K)  
 Antoine Vapor Pressure:  $\ln P = 18,3036 - \frac{3816,44}{T-46,13}$  kPa

## B. Bahan baku penunjang

### a. Palladium Catalyst

Rumus Molekul : Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 Wujud : Pelet padat



Berat molekul : 208 Kg/Kmol

*Specific gravity range* : 3 - 3,5

*Bulk density* : > 0,8

Titik leleh : 870°C

Kemurnian : 99% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1% Pd

Warna : Hitam

Fungsi : Sebagai penyerap O<sub>2</sub> dan membentuk reaksi hidrogenasi (reaksi pembentukan H<sub>2</sub>). Biasanya digunakan untuk pemurnian gas.

Sedangkan berikut adalah spesifikasi produk yang dihasilkan dari proses pembuatan *glyphosate*.

### 3.2. Produk

#### A. Produk utama

##### a. *Glyphosate (N-Phosphonomethyl Glycine)*

Rumus Molekul : C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>5</sub>P

Wujud : Serbuk Padatan

Berat Molekul : 169 Kg/Kmol

Densitas : 1,1592 gr/mL

Titik Didih : 187°C

Viskositas : 14.300 cP

pH : 4,6

MSDS



Sifat : Tidak mudah terbakar, berbahaya untuk dihirup, merupakan zat beracun, bersifat korosif karena merupakan jenis asam, dapat bereaksi dengan logam seperti baja ringan yang menghasilkan gas hidrogen, dan berpotensi membentuk campuran gas yang sangat mudah terbakar.

Penyimpanan : Sebaiknya disimpan pada suhu di atas  $-12^{\circ}\text{C}$  untuk kristal

## B. Produk Samping

### a. Karbon Dioksida

Rumus Molekul :  $\text{CO}_2$

Wujud : Gas



Berat Molekul : 44 gr/gmol

Densitas :  $600,296 \text{ Kg/m}^3$

Titik Didih :  $-78,5^{\circ}\text{C}$  pada 1 atm

Titik lebur :  $-57^{\circ}\text{C}$  pada 216 K

Tekanan Kritis : 73,8 bar

Temperatur Kritis : 304,18 K

Viskositas : 0,00178398 cP

$$\text{Kapasitas Panas (Cp)} : 27,437 + 4,2315\text{E-}02T - 1,9555\text{E-}05 T^2 + 3,9968\text{E-}09T^3 - 2,9872\text{E-}13T^4 \text{ J/mol.K}$$

MSDS

:



Sifat

: Merupakan gas tidak berwarna dan tidak berbau pada konsentrasi rendah, jika konsentrasi tinggi berbau asam. Pada konsentrasi rendah gas ini dapat menyebabkan pusing, mual, dan peningkatan tekanan darah sedangkan pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan sesak napas dan kematian.

(Sumber : Carl Yaws, 1999. Reid, C., Ed.4<sup>th</sup>, 1987, Perry's. Ed.7<sup>th</sup>, dan Perry's. Ed.8<sup>th</sup>)

## BAB IV

### NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

Kapasitas : 45.000 ton/tahun  
 Operasi : 330 hari/tahun, 24 jam/hari  
 Proses : *Continue*  
 Basis : 1 jam operasi  
 Bahan Baku : - N-PMIDA (98%)  
                   - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%)  
 Produk : *Glyphosate*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Produksi} &= 40.000 \text{ ton/tahun} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 5050,5051 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Spesifikasi produk yang diinginkan 95% *Glyphosate*, sehingga massa *Glyphosate* adalah 95% dari massa total produk akhir.

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi aktual} &= 95\% \times \text{kapasitas produk} \\
 &= 95\% \times 5.050,5051 \text{ kg/jam} \\
 &= 4.797,9798 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan neraca massa menggunakan basis produk sebesar 1000 kg/jam, maka dilakukan *scale-up* untuk hasil perhitungan dengan kapasitas produksi aktual pabrik, yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor skala} &= \frac{4.797,9798 \text{ kg/jam}}{1000 \text{ kg/jam}} \\
 &= 4,798 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel A. 1 Berat Molekul tiap Komponen

Komponen	Rumus Molekul	BM
NPMIDA	$C_5H_{10}NO_7P$	227
<i>Glyphosate</i>	$C_3H_8NO_7P$	169
Hidrogen Peroksida	$H_2O_2$	34
Karbon Dioksida	$CO_2$	44
Hidrogen	$H_2$	2
Air	$H_2O$	18

Secara umum, persamaan neraca massa adalah sebagai berikut :  
 $\{\text{Massa masuk}\} - \{\text{Massa keluar}\} + \{\text{Massa tergenerasi}\} - \{\text{Massa terkonsumsi}\} = \{\text{Akumulasi massa}\}$

(Himmelblau, Ed.6<sup>th</sup>, 1996, Pers.3.1, hal. 144)

#### 4.1. Neraca Massa

Berikut ini adalah rangkuman neraca massa prarancangan pabrik *glyphosate* dengan kapasitas 40.000 ton/tahun.

##### A. Neraca Massa Per Alat

##### 1. Mixing Point (MP – 101)

Tabel 4. 1 Neraca Massa di *Mixing Point* (MP – 101)

Komponen	Aliran Masuk (kg/jam)		Aliran Keluar (kg/jam)
	F10	F14	F2
<i>Glyphosate</i> (l)	1.070,3914	0	1.070,3914
NPMIDA	3.470,1820	0	3.470,1820
$H_2O_2$	519,7629	0	519,7629
$H_2O$	10.703,9137	292,1494	10.996,0630
<b>Total</b>	<b>16.056,3994</b>		<b>16.056,3994</b>

## 2. *Dissolving Tank* (DT-101)

Tabel 4. 2 Total Neraca Massa di *Dissolving Tank* (DT-101)

Komponen	Aliran masuk (kg/jam)		Aliran Keluar (kg/jam)
	F1	F2	F3
<i>Glyphosate</i>	0	1.070,3914	1.070,2914
NPMIDA	6.444,6238	3.470,1820	9.914,8058
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0	519,7629	519,7629
H <sub>2</sub> O	131,5229	10.966,0630	11.127,5860
<b>Total</b>	<b>22.632,5461</b>		<b>22.632,5461</b>

## 3. Reaktor (RE-201)

Tabel 4. 3 Neraca Massa di Reaktor (RE-201)

Komponen	Aliran masuk (kg/jam)		Aliran keluar (kg/jam)	
	F3	F4	F5	F6
NPMIDA	9.914,8058	0	0	3.470,1820
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	519,7629	965,2740	0	519,7629
H <sub>2</sub> O	11.127,5860	2.252,3061	0	13.379,8921
<i>Glyphosate</i>	1.070,3914	0	0	5.868,7312
H <sub>2</sub>	0	0	113,5617	0
CO <sub>2</sub>	0	0	2.498,3563	0
<b>Total</b>	<b>25.850,1262</b>		<b>25.850,1262</b>	

## 4. *Evaporator* (EV-301)

Tabel 4. 4 Neraca Massa *Evaporator* (EV-301)

Komponen	Aliran Masuk (kg/jam)	Aliran Keluar (kg/jam)	
	F6	F7	F8
<i>Glyphosate</i>	5.868,3712	0	5.868,3712
NPMIDA sisa	3.470,1820	0	3.470,1820
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> sisa	519,7629	0	519,7629
H <sub>2</sub> O	13.379,8921	2.675,9784	10.703,9137
<b>Total</b>	<b>23.238,2082</b>		<b>23.238,2082</b>



### 5. *Crystallizer (CR-401)*

Tabel 4. 5 Neraca *Massa Crystallizer (CR-401)*

Komponen	Aliran Masuk (kg/jam)	Aliran Keluar (kg/jam)
	F8	F9
<i>Glyphosate</i> (s)	0	4.318,1818
<i>Glyphosate</i> (l)	5.868,3712	1.070,3914
NPMIDA	3.470,1820	3.470,1820
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	519,7629	519,7629
H <sub>2</sub> O	10.703,9137	10.703,9137
H <sub>2</sub> O dalam s	0	479,7980
<b>Total</b>	<b>20.562,2298</b>	<b>20.562,2298</b>

### 6. *Centrifuge (CF – 401)*

Tabel 4. 6 Neraca *Massa Centrifuge (CF-401)*

Komponen	Aliran Masuk (kg/jam)	Aliran Keluar (kg/jam)	
	F9	F10	F11
<i>Glyphosate</i> (s)	4.318,1818	4.318,1818	0
<i>Glyphosate</i> (l)	1.070,3914	0	1.070,3914
NPMIDA	3.470,1820	0	3.470,1820
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	519,7629	0	519,7629
H <sub>2</sub> O	10.703,9137	0	10.703,9137
H <sub>2</sub> O dalam s	479,7980	479,7980	0
<b>Total</b>	<b>20.562,2298</b>	<b>20.562,2298</b>	

### 7. Rotary Dryer (RD – 401)

Tabel 4. 7 Neraca *Massa Rotary Dryer* (RD – 401)

Komponen	Aliran Masuk (kg/jam)	Aliran Keluar (kg/jam)	
	F11	F12	F13
<i>Glyphosate (s)</i>	4.318,1818	0	4.318,1818
H <sub>2</sub> O	479,7980	263,8889	215,9091
<b>Total</b>	<b>4.797,9798</b>	<b>4.797,9798</b>	

## 4.2. Neraca Energi

Berikut ini adalah rangkuman neraca energi prarancangan pabrik *Glyphosate* dengan kapasitas 40.000 ton/tahun.

### 1. *Mixing Point* (MP – 101)

Tabel 4. 8 Neraca Energi *Mixing Point* (MP – 101)

Aliran	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
Q <sub>10</sub>	111.349.018,1436	0
Q <sub>14</sub>	3.765,0121	0
Q <sub>2</sub>	0	111.352.693,1557
<b>Total</b>	<b>111.352.693,1557</b>	<b>111.352.693,1557</b>

### 2. *Dissolving Tank* (DT – 101)

Tabel 4. 9 Neraca Energi *Dissolving Tank* (DT – 101)

Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
Q <sub>1</sub>	21.652,2517	0
Q <sub>2</sub>	110.906.142,5345	0
Q <sub>3</sub>	0	262.669,275,5186
Q <i>steam in</i>	218.504.362,6248	0
Q <i>steam out</i>	0	66.735.862,5180
Q Generasi	-27.019,3744	0
<b>Total</b>	<b>329.405.138,0365</b>	<b>329.396.005,9265</b>

### 3. *Heat Exchanger* (HE – 101)

Tabel 4. 10 Neraca Energi *Heat Exchanger* (HE – 101)

Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$Q_{in}$	24.207.906,1153	0
$Q_{out}$	0	483.110.595,762
Steam <i>in</i>	660.692.038,4493	0
Steam <i>out</i>	0	201.789.348,8029
<b>Total</b>	<b>684.899.944,5656</b>	<b>684.899.944,5656</b>

### 4. *Reaktor* (RE – 201)

Tabel 4. 11 Neraca Energi *Reaktor* (RE – 201)

Komponen	Panas masuk (kJ/jam)	Panas Tergenerasi (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$Q_3$	262.645.497,8916	0	0
$Q_4$	483.110.595,7616	0	0
$Q_5$	0	0	185.892,4824
$Q_6$	0	0	262.888.998,6088
Panas Reaksi	0	-742.772.058,4445	0
Pendingin	0	260.090.855,8824	0
<b>Total</b>	<b>263.074.891,0912</b>		<b>263.074.891,0912</b>

### 5. *Evaporator* (EV – 301)

Tabel 4. 12 Neraca Energi *Evaporator* (EV – 301)

Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$Q_6$	262.888.998,6088	0
$Q_7$	0	816.467,4331
$Q_8$	0	449.268.013,7114
$Q_{steam\ in}$	269.509.348,5731	0

Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$Q_{\text{steam out}}$	0	82.313.886,0374
<b>Total</b>	<b>532.398.347,1819</b>	<b>532.398.347,1819</b>

#### 6. *Heat Exchanger* (HE-201)

Tabel 4. 13 Neraca Energi *Heat Exchanger* (HE – 201)

Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$Q_{\text{in}}$	3.790.687,6038	0
$Q_{\text{out}}$	0	3.267.521,9343
$Q_{\text{terkonsumsi}}$	0	523.165,6695
<b>Total</b>	<b>3.790.687,6038</b>	<b>3.790.687,6038</b>

#### 7. *Crystallizer* (CR – 301)

Tabel 4. 14 Neraca Energi *Crystallizer* (CR – 301)

Keterangan	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$Q_8$	3.267.521,9343	0
$Q_9$	0	1.231.330,8004
$Q_{\text{kristalisasi}}$	-392,2711	0
$Q_{\text{cw (in)}}$	406.809,6615	0
$Q_{\text{cw (out)}}$	0	2.442.608,5243
<b>Total</b>	<b>3.673.939,3247</b>	<b>3.673.939,3247</b>

#### 8. *Centrifuge* (CF – 401)

Tabel 4. 15 Neraca Energi *Centrifuge* (CF – 401)

Keterangan	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$Q_9$	1.231.330,8004	0
$Q_{10}$	0	1.138.959,0375
$Q_{11}$	0	92.371,7630
<b>Total</b>	<b>1.231.330,8004</b>	<b>1.231.330,8004</b>

### 9. *Heat Exchanger* (HE – 301)

Tabel 4. 16 Neraca Energi *Heat Exchanger* (HE - 301)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q <sub>udara in</sub>	1.795.272,4266	0
Q <sub>steam in</sub>	1.349.931,9976	0
Q <sub>udara out</sub>	0	2.732.906,5867
Q <sub>steam out</sub>	0	412.297,8375
<b>Total</b>	<b>3.145.204,4242</b>	<b>3.145.204,4242</b>

### 10. *Rotary Dryer* (RD – 401)

Tabel 4. 17 Neraca Energi *Rotary Dryer* (RD – 401)

Aliran	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
Q <sub>11</sub>	398.993,8030	0
Q <sub>12</sub>	0	414.956,1136
Q <sub>13</sub>	2.372.906,5867	0
Q <sub>udara</sub>	0	2.716.943,2761
<b>Total</b>	<b>3.131.899,3897</b>	<b>3.131.899,3897</b>

## BAB V

### SPESIFIKASI ALAT

#### 5.1 Spesifikasi Alat Proses

##### 1. Gudang Bahan Baku (GB – 101)

Tabel 5. 1 Spesifikasi Gudang Bahan Baku NPMIDA (GB – 101)

Nama Alat	:	Gudang Bahan Baku N-PMIDA
Fungsi	:	Menyimpan produk N-PMIDA selama 14 hari
Kode Alat	:	WH – 601
Tipe Alat	:	Bangunan Tertutup
Dimensi	:	P = 54 m L = 26 m H = 5 m
Kondisi Operasi	:	P= 1 atm T= 30°C

##### 2. Gudang Katalis Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (GB -102)

Tabel 5. 2 Spesifikasi Gudang Katalis Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (GB -102)

Nama Alat	:	Gudang Katalis Pd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Fungsi	:	Menyimpan produk Pd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> selama 1 bulan
Kode Alat	:	GB – 102
Tipe Alat	:	Bangunan Tertutup
Dimensi	:	P = 2 m L = 2 m
Kondisi Operasi	:	P= 1 atm T= 30°C

3. *Silo Storage* (SS – 101)Tabel 5. 3 Spesifikasi *Silo Storage* (SS – 101)

Nama Alat	:	<i>Silo Storage</i>	
Kode Alat	:	SS-101	
Fungsi	:	Menyimpan N-PMIDA 98% dalam fasa <i>solid</i> selama 7 hari	
Tipe	:	<i>Silo Storage</i>	
Kapasitas	:	1.104.792,6433 kg	
Dimensi	:	Diameter <i>Shell</i> (D)	= 25,1517 ft
	:	Diameter konis (d)	= 12,5758 ft
	:	Tebal <i>shell</i> (t <sub>s</sub> )	= 1 in
	:	Tebal konis (t <sub>c</sub> )	= 2 in
	:	Tinggi storage (Ht)	= 56,5912 ft
Tekanan Desain	:	54,9933 psi	
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>	
Jumlah	:	1 Buah	

4. *Screw Conveyor* (SC – 101)Tabel 5. 4 Spesifikasi *Screw Conveyor* (SC – 101)

Nama Alat	:	<i>Screw Conveyor</i>	
Kode Alat	:	SC-101	
Fungsi	:	Untuk mendorong padatan N-PMIDA dari <i>silos storage</i> (SS – 101) menuju ke <i>bucket elevator</i> (BE-101)	
Jenis	:	<i>Helicoid Screw Conveyor</i>	
Kapasitas	:	6.576,1467 kg/jam	
Dimensi	:	Panjang <i>screw</i>	= 10 ft
	:	Diameter pipa	= 2,5 in
	:	Diameter <i>shaft</i>	= 2 in
	:	Diameter <i>screw</i>	= 10 in
	:	Kecepatan	= 55 rpm
Daya Motor	:	0,7988 hp	

Jumlah : 1 Buah

### 5. *Bucket Elevator* (BE – 101)

Tabel 5. 5 Spesifikasi *Bucket Elevator* (BE – 101)

Nama Alat	:	<i>Bucket Elevator</i>
Kode Alat	:	BE-101
Fungsi	:	Untuk membawa N-PMIDA dari <i>screw conveyor</i> (SC – 101) menuju <i>dissolving tank</i> (DT-101)
Tipe	:	<i>Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevator</i>
Laju alir	:	6.576,1467 kg/jam
Dimensi	:	Ukuran = 6 x 4 x 4,2 in
<i>Bucket</i>	:	Jarak antar <i>bucket</i> = 12 in
	:	Tinggi = 53 ft
	:	Kecepatan = 55 rpm
<i>Power</i>	:	3 hp
Jumlah	:	1 buah

### 6. *Dissolving Tank* (DT – 101)

Tabel 5. 6 Spesifikasi *Dissolving Tank* (DT – 101)

Alat	:	<i>Dissolving Tank</i>
Kode	:	DT – 101
Fungsi	:	Untuk melarutkan Bahan Baku serbuk N-PMIDA dengan air
Suhu	:	90 C
Tekanan	:	1 Atm
Tipe Tangki	:	Berbentuk <i>Thorispherical Dished</i> serta dilengkapi pengaduk dan koil pemanas
Dimensi Shell :		
	Diameter <i>shell</i> (D)	15,0000 ft
	Tinggi <i>shell</i> (Hs)	23,7174 ft
	Tebal <i>shell</i> (t <sub>s</sub> )	0,250 in
Dimensi Pengaduk :		
	Tipe Pengaduk	<i>Pitched Blade Turbin</i>
	Putaran Pengaduk	190 rpm



Dimensi Coil :	Daya Pengaduk	70,8711	Hp
	NPS	6	In
	SC	40	
	OD	6,625	In
	ID	5,065	In
	Tipe	<i>Helical coil</i>	
	Panjang	0,0126	Ft
	Jumlah set	1 set	
	Jumlah Putaran	1 putaran	
	Tinggi coil	3,975	Ft
	<i>V coil</i>	124,6455	ft <sup>2</sup>
	$\Delta P$	0,0897	Psi
Bahan :	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>		

---

## 7. Pompa Proses (PP – 101)

Tabel 5. 7 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 101)

Alat	:	Pompa Proses
Kode	:	PP– 101
Fungsi	:	Mengalirkan larutan NPMIDA ke Reaktor
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	51,1210 gpm
Efisiensi Pompa	:	55%
Dimensi Pipa	:	<i>Section Pipe</i>
		NPS = 1,5 in
		Sch = 40 in
		ID = 1,610 in
		OD = 1,900 in
<i>Power Motor</i>	:	1,0 hp
<i>NPSH<sub>A</sub></i>	:	2,8820 m

NPSH <sub>R</sub>	: 0,3709 m
Jumlah	: 2 buah (1 cadangan)

#### 8. *Storage Tank* H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ST – 101)

Tabel 5. 8 Spesifikasi *Storage Tank* H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ST – 101)

Alat	: Tangki Penyimpanan Hidrogen Peroksida
Kode	: ST-101
Fungsi	: Menyimpan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk <i>thorispherical</i> .
Kapasitas	: 602,3000 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter <i>shell</i> (D) = 25 ft Tinggi <i>shell</i> (H <sub>s</sub> ) = 18 ft Tebal <i>shell</i> (t <sub>s</sub> ) = 0,25 in Tinggi atap = 9,1544 ft Tebal <i>head</i> = 0,6250 in Tinggi total = 27,1544 ft
Tekanan Desain	: 21,2112 psi
Bahan	: <i>Stainless Steel SA-240 grade S</i>
Jumlah	: 4 Buah

#### 9. Pompa Proses (PP – 102)

Tabel 5. 9 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 102)

Alat	: Pompa Proses
Kode	: PP– 101
Fungsi	: Mengalirkan larutan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ke <i>Heat Exchanger</i> (HE – 101)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	: 4,2420 gpm

Efisiensi Pompa	: 38%
Dimensi Pipa	: <i>Section Pipe</i>
	NPS = 0,5 in
	Sch = 40 in
	ID = 0,622 in
	OD = 0,840 in
<i>Power Motor</i>	: 0,5 hp
NPSH <sub>A</sub>	: 3,5056 m
NPSH <sub>R</sub>	: 0,0706 m
Jumlah	: 2 buah (1 cadangan)

#### 10. *Heat Exchanger* (HE – 101)

Tabel 5. 10 Spesifikasi *Heat Exchanger* (HE – 101)

Nama Alat	: <i>Heat Exchanger</i>
Kode	: HE – 101
Fungsi	: Memanaskan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Steel SA-280 Grade S untuk tube, Steel SA-284 Grade S untuk shell.</i>
<i>Tube Side</i>	
OD	: 1,5 in
BWG	: 18
ID	: 1,4 in
Panjang	: 16 ft
<i>Passes</i>	: 2

## 11. Reaktor (RE – 201)

Tabel 5. 11 Spesifikasi Reaktor (RE – 201)

Alat	:	Reaktor <i>Fixed Bed Multitube</i>
Kode	:	RE – 201
Fungsi	:	Mereaksikan N-PMIDA dengan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> menjadi <i>Glyphosate</i> menggunakan katalis Pd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar ( <i>bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk <i>torispherical</i> .
Temperatur Operasi	:	75°C
Tekanan Operasi	:	1 atm
Volume Reaktor	:	0,9682 ft <sup>3</sup>
Berat Katalis	:	94,7637 kg
Dimensi	:	Diameter Reaktor (D) = 15,3125 ft Tinggi Reaktor (Hs) = 26,4825 ft Tebal <i>Shell</i> (t <sub>s</sub> ) = 1 in Tinggi <i>Head</i> = 1,2414 ft Tebal <i>Head</i> = 1,75 in
Jumlah <i>Tube</i>	:	27 Buah
Dimensi Tube	:	Diameter (OD) = 0,4050 in <i>Inside Diameter</i> (ID) = 0,2690 in
Tekanan Desain	:	1,2 atm
Laju Alir Pendingin	:	9,4500 kg/jam
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Jumlah	:	1 Buah

## 12. Pompa Proses (PP – 103)

Tabel 5. 12 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 103)

Alat	:	Pompa Proses
Kode	:	PP– 103

Fungsi	:	Mengalirkan larutan $H_2O_2$ ke Heater (HE – 101)
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	106,3484 gpm
Efisiensi Pompa	:	65%
Dimensi Pipa	:	<i>Section Pipe</i>
		NPS = 2,5 in
		Sch = 40 in
		ID = 2,469 in
		OD = 2,875 in
<i>Power Motor</i>	:	1,5 hp
$NPSH_A$	:	2,921 m
$NPSH_R$	:	0,6044 m
Jumlah	:	2 buah (1 cadangan)

## 13. Evaporator (EV – 301)

Tabel 5. 13 Spesifikasi Evaporator (EV – 301)

Kode	EV-301
Fungsi	Memekatkan larutan Produk BPA dengan menguapkan air.
Tipe	<i>Long Tube Vertical Evaporator</i>
Luas perpindahan panas, A	94,54 m <sup>2</sup>
Ud	7,58 btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
<u>Dimensi Shell</u>	
Diameter dalam, ID	17,25 in
<i>Baffle space</i>	4,31 in
<i>Baffle cut</i>	25%
Aliran	1
<u>Dimensi Tube</u>	

Diameter luar, OD	0,75 in
Diameter dalam, ID	0,625 in
BWG	18
Tebal dinding	0,19 in
<i>Surface lin ft, a''</i>	0,2 ft <sup>2</sup> /ft
Susunan tube	Triangular pitch
Panjang tube, L	26,25 ft = 8 m
Aliran	1
Jumlah tube, Nt	203

Dimensi Evaporator

Tinggi Shell and Tube	8,1055 m
Tinggi deflector	4,4058 m
Tinggi Evaporator	12,5112 m

#### 14. Pompa Proses (PP – 104)

Tabel 5. 14 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 104)

Alat	:	Pompa Proses
Kode	:	PP– 104
Fungsi	:	Mengalirkan larutan campuran dari Evaporator (EV – 301) ke Heater (HE – 301)
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	108,8072 gpm
Efisiensi Pompa	:	57%
Dimensi Pipa	:	<i>Section Pipe</i>
		NPS = 2,5 in
		Sch = 40 in
		ID = 2,469 in
		OD = 2,875 in
<i>Power Motor</i>	:	2,0 hp

NPSH <sub>A</sub>	:	3,0113 m
NPSH <sub>R</sub>	:	0,6137 m
Jumlah	:	2 buah (1 cadangan)

---

#### 15. *Heat Exchange* (HE – 301)

Tabel 5. 15 Spesifikasi *Heat Exchanger* (HE – 301)

Nama Alat	:	<i>Heat Exchanger</i>
Kode	:	E-301
Fungsi	:	Menurunkan suhu larutan Glyphosate Sebelum masuk ke <i>Crystallizer</i>
Jumlah	:	1 buah
Bahan konstruksi	:	<i>Steel SA-280 Grade S</i> untuk <i>tube</i> , <i>Sta.</i> <i>Steel SA-284 Grade S</i> untuk <i>shell</i> .
<i>Tube Side</i>		
OD	:	0,750 in
BWG	:	16
ID	:	0,620 in
Panjang	:	16 ft
<i>Passes</i>	:	2

---

#### 16. Pompa Proses (PP – 105)

Tabel 5. 16 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 105)

Alat	:	Pompa Proses
Kode	:	PP– 105
Fungsi	:	Mengalirkan larutan campuran dari Heater (HE – 301) ke <i>Crystallizer</i> (CR – 301)

Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	108,8072 gpm
Efisiensi Pompa	:	42%
Dimensi Pipa	:	<i>Section Pipe</i>
		NPS = 2,50 in
		Sch = 40 in
		ID = 2,469 in
		OD = 2,875 in
<i>Power Motor</i>	:	1,5 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	2,0052 m
NPSH <sub>R</sub>	:	0,6137 m
Jumlah	:	2 buah (1 cadangan)

### 17. *Crystallizer* (CR – 301)

Tabel 5. 17 Spesifikasi *Crystallizer* (CR – 301)

Kode	:	CR – 401
Fungsi	:	Membentuk kristal <i>glyphosate</i> dengan proses pendinginan
Tipe alat	:	<i>Continuous Stirred Tank Crystallizer</i> (CSTC) dengan tutup atas <i>torispherical</i> dan tutup bawah kerucut terpotong
Kondisi operasi	:	Temperature : 50 °C Tekanan design : 23,2329 psi
Refrigerant	:	<i>Cooling Water</i>
Dimensi	:	ID = 96 in H <sub>s</sub> = 80,1754 in Tebal shell = 0,25 in Tebal head = 0,3125 in
Tipe pengaduk	:	<i>Six Flat Blades Turbine With Disk</i>



Jumlah pengaduk : 1  
 Putaran pengaduk : 134  
 Daya pengaduk : 10 hP

**Koil Pendingin**

ID : 1,049 in  
 Panjang koil : 0,0978 ft  
 Bahan konstruksi : Low Alloy Steels SA-353 Ni  
 Waktu kristalisasi : 0,1772 jam

18. Pompa Proses (PP – 106)

Tabel 5. 18 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 106)

Alat	:	Pompa Proses
Kode	:	PP – 106
Fungsi	:	Mengalirkan larutan campuran dari Crystallizer (CR – 301) ke Centrifuge (CF – 301)
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	68,2080 gpm
Efisiensi Pompa	:	42%
Dimensi Pipa	:	<i>Section Pipe</i>
		NPS = 2,0 in
		Sch = 40 in
		ID = 2,067 in
		OD = 2,375 in
<i>Power Motor</i>	:	3,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,9605 m
NPSH <sub>R</sub>	:	0,4465 m
Jumlah	:	2 buah (1 cadangan)

## 19. Centrifuge (CF – 401)

Tabel 5. 19 Spesifikasi Centrifuge (CF – 401)

Kode alat	: CF – 301
Fungsi alat	: Memisahkan antara <i>mother liquor</i> dan kristal <i>Glyphosate</i>
Tipe	: <i>Helical Conveyor Centrifuge</i>
Kondisi operasi	: P = 1 atm : T = 50°C
Kapasitas	: <i>liquid</i> = 75,8498 gal/min : <i>solid</i> = 4,3182 ton/jam
Dimensi alat	: <i>diameter bowl</i> = 30 in : kecepatan putaran = 2700 rpm : <i>max centrifugal force</i> = 3.105
Daya motor	: 200 hp
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 167 Grade 11

## 20. Pompa Proses (PP – 107)

Tabel 5. 20 Spesifikasi Pompa Proses (PP – 107)

Alat	:	Pompa Proses
Kode	:	PP – 107
Fungsi	:	Mengalirkan recycle dari Centrifuge (CF – 301) ke sebelum Dissolving Tank (DT – 101)
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	72,1443 gpm
Efisiensi Pompa	:	55%
Dimensi Pipa	:	<i>Section Pipe</i> NPS = 2,0 in Sch = 40 in ID = 2,067 in

		OD	= 2,375 in
<i>Power Motor</i>	:	2,0 hp	
$NPSH_A$	:	2,0746 m	
$NPSH_R$	:	0,4666 m	
Jumlah	:	2 buah (1 cadangan)	

## 21. Screw Conveyor (SC – 402)

Tabel 5. 21 Spesifikasi Screw Conveyor (SC – 402)

Nama Alat	:	<i>Screw Conveyor</i>	
Kode Alat	:	SC – 401	
Fungsi	:	Alat transportasi kristal glyphosate menuju ke <i>bucket elevator</i> (BE – 401)	
Jenis	:	<i>Helicoid Screw Conveyor</i>	
Kapasitas	:	4.797,9798 kg/jam	
Dimensi		Panjang <i>screw</i>	= 10 ft
		Diameter pipa	= 2,5 in
	:	Diameter <i>shaft</i>	= 2 in
		Diameter <i>screw</i>	= 10 in
		Kecepatan	= 55 rpm
Daya Motor	:	0,5828 hp	
Jumlah	:	1 Buah	

## 22. Bucket Elevator (BE – 401)

Tabel 5. 22 Spesifikasi Bucket Elevator (BE – 401)

Nama Alat	:	<i>Bucket Elevator</i>	
Kode Alat	:	BE-101	
Fungsi	:	Untuk membawa kristal glyphosate dari <i>screw conveyor</i> (SC – 401) menuju <i>hopper</i> (HP-301)	
Tipe	:	<i>Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevator</i>	
Laju alir	:	4.797,9798 kg/jam	

Dimensi	:	Ukuran	= 6 x 4 x 4,2 in
<i>Bucket</i>		Jarak antar <i>bucket</i>	= 12 in
		Tinggi	= 53 ft
		Kecepatan	= 43 rpm
<i>Power</i>	:	2 hp	
Jumlah	:	1 buah	

### 23. Hopper (HP – 301)

Tabel 5. 23 Spesifikasi Hopper (HP – 301)

Kode alat	:	HP – 301
Fungsi alat	:	tempat menyimpan sementara glyphosate selama 2 jam dan mengatur laju alir masuk ke rotaey dryer (RD – 301)
Kondisi operasi	:	T = 50°C P = 1 atm
Tipe	:	<i>Vertivcal Conical Hopper</i>
Kapasitas	:	259,7854 ft <sup>3</sup>
Dimensi alat	:	diameter <i>shell</i> = 120 in tebal dinding <i>shell</i> = 0,25 in diameter <i>conical</i> = 30 in tebal dinding <i>conical</i> = 0,25in tinggi <i>hopper</i> = 12,1653 ft
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 Grade M Type 316</i>

### 24. Heat Exchanger (HE-301)

Tabel 5.24 Spesifikasi Heat Exchanger (HE-301)

Nama Alat	:	<i>Heat Exchanger</i>
Kode	:	E-301
Fungsi	:	Memanaskan Udara Masuk Menuju Rotary Dryer (RD – 301)
Jumlah	:	1 buah

Bahan konstruksi	:	<i>Steel SA-280 Grade S untuk tube, Sta.</i> <i>Steel SA-284 Grade S untuk shell.</i>
<i>Tube Side</i>		
OD	:	1,5 in
BWG	:	18
ID	:	1,4 in
Panjang	:	16 ft
<i>Passes</i>	:	2

## 25. Rotary Dryer

Tabel 5. 24 Spesifikasi Rotary Dryer (RD – 401)

Alat	:	<i>Rotary Dryer</i>
Kode Alat	:	RD-301
Fungsi Alat	:	Menguapkan sejumlah air pada kalium hidroksida dengan menggunakan udara pengering sehingga didapatkan produk kalium hidroksida berupa granular dengan kadar air sesuai yang diinginkan
Tipe	:	<i>Direct Heated Counter Current Rotary Dryer</i>
Kondisi operasi	:	$T_{in} = 50^{\circ}\text{C}$ $T_{udara\ masuk} = 70^{\circ}\text{C}$ $T_{out} = 60^{\circ}\text{C}$ $T_{udarakeluar} = 41,6443^{\circ}\text{C}$
Kapasitas	:	4.959,5264 kg/jam
Dimensi Alat	:	Diameter <i>rotary dryer</i> = 6,6520 ft Panjang <i>rotary dryer</i> = 52,4333 ft Jumlah <i>flight</i> = 20 buah Tinggi <i>flight</i> = 0,8178 ft Jarak antar <i>flight</i> = 1,0277 ft Tebal dinding = 0,1875 in
Jumlah Putaran	:	3,8210 rpm
Daya	:	28,7031 hp
Bahan	:	<i>Stainless steel SA-240 Grade M Type 316</i>

26. *Screw Conveyor* (SC – 402)Tabel 5. 25 Spesifikasi *Screw Conveyor* (SC – 402)

Nama Alat	:	<i>Screw Conveyor</i>
Kode Alat	:	SC – 402
Fungsi	:	Alat transportasi kristal glyphosate menuju ke <i>bucket elevator</i> (BE – 402)
Jenis	:	<i>Helicoid Screw Conveyor</i>
Kapasitas	:	4.534,0909 kg/jam
Dimensi	:	Panjang <i>screw</i> = 10 ft Diameter pipa = 2,5 in Diameter <i>shaft</i> = 2 in Diameter <i>screw</i> = 10 in Kecepatan = 55 rpm
Daya Motor	:	0,5693 hp
Jumlah	:	3 Buah

27. *Bucket Elevator* (BE – 402)Tabel 5. 26 Spesifikasi *Bucket Elevator* (BE – 402)

Nama Alat	:	<i>Bucket Elevator</i>
Kode Alat	:	BE-101
Fungsi	:	Untuk membawa kristal glyphosate dari <i>screw conveyor</i> (SC – 401) menuju <i>silo storage</i> (SS-401)
Tipe	:	<i>Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevator</i>
Laju alir	:	4.686,7524 kg/jam
Dimensi	:	Ukuran = 6 x 4 x 4,2 in <i>Bucket</i> Jarak antar <i>bucket</i> = 12 in Tinggi = 53 ft Kecepatan = 43 rpm
<i>Power</i>	:	1 hp
Jumlah	:	1 buah

## 28. Silo Storage (SS – 401)

Tabel 5. 27 Spesifikasi Silo Storage (SS – 401)

Nama Alat	:	<i>Silo Storage</i>		
Kode Alat	:	SS-401		
Fungsi	:	Menyimpan <i>Glyphosate</i> dalam fasa <i>solid</i> selama 7 hari		
Tipe	:	<i>Silo Storage</i>		
Kapasitas	:	108.818,18 kg		
Dimensi	:	Diameter <i>shell</i> (D)	=	25,62 ft
	:	Diameter konis bawah	=	12,81 ft
	:	(d)	=	1 in
	:	Tebal <i>shell</i> ( $t_s$ )	=	2 in
	:	Tebal konis ( $t_c$ )	=	57,65 ft
	:	Tinggi storage (Ht)		
Tekanan Desain	:	41,97 psi		
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>		
Jumlah	:	1 Buah		

## 29. Screw Conveyor (SC – 403)

Tabel 5. 28 Spesifikasi Screw Conveyor (SC – 403)

Nama Alat	:	<i>Screw Conveyor</i>		
Kode Alat	:	SC – 403		
Fungsi	:	Alat transportasi kristal <i>glyphosate</i> menuju ke Gudang Penyimpanan		
Jenis	:	<i>Helicoid Screw Conveyor</i>		
Kapasitas	:	4.534,0909 kg/jam		
Dimensi	:	Panjang <i>screw</i>	=	10 ft
	:	Diameter pipa	=	2,5 in
	:	Diameter <i>shaft</i>	=	2 in
	:	Diameter <i>screw</i>	=	10 in

	Kecepatan	= 55 rpm
Daya Motor	:	1 hp
Jumlah	:	1 Buah

### 30. Gudang Penyimpanan

Tabel 5. 29 Gudang Penyimpanan

Kode	:	GP – 401
Fungsi	:	Menyimpan produk Glyphosate selama 7 hari operasi
Kapasitas	:	761.727,273 kg/minggu
Kondisi Operasi	:	Tekanan (P) = 1 atm
	:	Temperatur (T) = 30 °C
Dimensi	:	Panjang (P) = 51 m
	:	Lebar (L) = 46 m
	:	Tinggi (H) = 7 m
Jumlah	:	1 unit

## 5.2 Peralatan Utilitas

Peralatan utilitas pabrik Glyphosate dengan kapasitas 40.000 ton/tahun terdiri dari:

### 1. Bak Sedimentasi (BS – 501)

Tabel 5. 30 Spesifikasi Bak Sedimentasi (BS – 501)

Alat	Bak Sedimentasi
Kode	BS – 501
Fungsi	Mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai sebanyak 58.374,0363 kg/jam dengan waktu tinggal 3 jam
Bentuk	Bak <i>rectangular</i>
Dimensi	Panjang = 73,49 m
	Lebar = 14,70 m
	Kedalaman = 5,486 m
Jumlah	1 buah



## 2. Hot Basin (HB – 501)

Tabel 5. 31 Spesifikasi Hot Basin (HB – 501)

Alat	: Hot Basin
Kode	: HB – 501
Fungsi	: Tempat menampung air sebanyak 506,9654 m <sup>3</sup> /jam yang akan didinginkan di cooling water.
Bentuk	: Bak <i>rectangular</i>
Dimensi	: Panjang = 96,7926 m
	: Lebar = 24,1982 m
	: Kedalaman = 4,8768 m
Jumlah	: 1 Buah

## 3. Cold Basin (CB – 501)

Tabel 5. 32 Spesifikasi Cold Basin (CB – 501)

Alat	: Cold Basin
Kode	: CB – 501
Fungsi	: Tempat menampung air sebanyak 506,9654 m <sup>3</sup> /jam yang telah didinginkan di cooling water.
Bentuk	: Bak <i>rectangular</i>
Dimensi	: Panjang = 96,7926 m
	: Lebar = 24,1982 m
	: Kedalaman = 4,8768 m
Jumlah	: 1 Buah

## 4. Tangki Alum (ST – 501)

Tabel 5. 33 spesifikasi tangki alum (ST – 501)

Alat	: Tangki Alum
Kode	: ST-501

Fungsi	:	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum konsentrasi 26% volum selama 7 hari untuk diinjeksikan ke dalam <i>Clarifier</i> .
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	:	733.7586 ft <sup>3</sup> (20,7775 m <sup>3</sup> )
Dimensi Shell		
Diameter	:	20 ft (6,096 m)
Tinggi	:	10 ft (3,048 m)
Tebal	:	3/8 in
Dimensi Konis		
Tinggi	:	1,656 ft (0,505m)
Tebal	:	0,1875 in
Tinggi Total	:	11,66 ft (3,553 m)
Tekanan desain	:	38,53 psi
Bahan	:	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	:	1 buah

#### 5. Tangki Kaporit (ST – 502)

Tabel 5. 34 Spesifikasi Tangki Kaporit (ST – 502)

Alat	:	Tangki Kaporit
Kode	:	ST-502
Fungsi	:	Menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit konsentrasi 30% volum selama 30 hari untuk diinjeksikan ke dalam Clarifier.
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	:	293.533,5228 ft <sup>3</sup> (8.311,8653 m <sup>3</sup> )

## Dimensi Shell

Diameter	: 40 ft (12,192 m)
Tinggi	: 18 ft (5,486 m)
Tebal	: 3/4 in

## Dimensi Konis

Tinggi	: 3,312 ft (1,009 m)
Tebal	: 0,375 in
Tinggi Total	: 21,31 ft (6,496 m)
Tekanan desain	: 113,06 psi
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 buah

---

## 6. Tangki Soda Kaustik (ST – 503)

Tabel 5. 35 Spesifikasi Tangki Soda Kaustik (ST – 503)

---

Alat	: Tangki Soda Kaustik
Kode	: ST-503
Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan soda kaustik konsentrasi 30% volume selama 7 hari untuk diinjeksikan ke dalam <i>Clarifier</i> dan <i>regeneran anion exchanger</i> .
Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	: 12.216,7453 ft <sup>3</sup> (345,9364 m <sup>3</sup> )
Dimensi Shell	
Diameter	: 20 ft (6,096 m)
Tinggi	: 10 ft (3,048m)
Tebal	: 3/8 in
Dimensi Konis	
Tinggi	: 1,656 ft (0,505 m)
Tebal	: 0,19 in

Tinggi Total	: 11,66 ft (3,553 m)
Tekanan desain	: 32,31 psi
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

---

#### 7. Tangki Air Filter (ST – 504)

Tabel 5. 36 Spesifikasi Tangki Air Filter (ST – 504)

Alat	: Tangki Air Filter
Kode	: ST-504
Fungsi	: Menampung kebutuhan air total keluaran <i>sand filter</i>
Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	: 46.220,9799 ft <sup>3</sup> (1.308,8200 m <sup>3</sup> )
Dimensi Shell	
Diameter	: 20 ft (6,096 m)
Tinggi	: 12 ft (3,658 m)
Tebal	: 3/8 in
Dimensi Konis	
Tinggi	: 4,00 ft (1,219 m)
Tebal	: 0,3 in
Tinggi Total	: 16,00 ft (4,877 m)
Tekanan desain	: 74,25 psi
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

---

#### 8. Tangki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ST – 505)

Tabel 5. 37 Spesifikasi Tangki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ST – 505)

Alat	:	Tangki H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Kode	:	ST-505
Fungsi	:	Menyiapkan dan menyimpan larutan asam sulfat konsentrasi 4% volum selama 7 hari (90 regenerasi) untuk regenerasi resin <i>Cation Exchanger</i>
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	:	100,2054 ft <sup>3</sup> (2,8375 m <sup>3</sup> )
Dimensi Shell		
Diameter	:	10 ft (3,048 m)
Tinggi	:	5 ft (1,524 m)
Tebal	:	0,5 in
Dimensi Konis		
Tinggi	:	2,004 ft (0,611 m)
Tebal	:	0,75 in
Tinggi Total	:	7 ft (2,135 m)
Tekanan desain	:	17,09 psi
Bahan	:	<i>Stainless Steel AISI</i> tipe 316
Jumlah	:	1 buah

## 9. Tangki Dispersant (ST – 506)

Tabel 5. 38 Spesifikasi Tangki Dispersant (ST – 506)

Alat	:	Tangki Dispersant
Kode	:	ST-506
Fungsi	:	Tempat penyimpanan (selama 7 hari) <i>dispersant</i> untuk diinjeksikan ke <i>Cooling Tower</i>

Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	:	177.617,1882 ft <sup>3</sup> (7.016,2824 m <sup>3</sup> )
Dimensi Shell		
Diameter	:	30 ft (9,144 m)
Tinggi	:	15 ft (4,572 m)
Tebal	:	0,5 in
Dimensi Konis		
Tinggi	:	2,282 ft (0,696 m)
Tebal	:	0,280 in
Tinggi Total	:	17,28 ft (5,268 m)
Tekanan desain	:	124,69 psi
Bahan	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	:	1 Buah

---

#### 10. Tangki Inhibitor Natrium Posfat (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) (ST – 507)

Tabel 5. 39 Spesifikasi Tangki Inhibitor Natrium Posfat (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) (ST – 507)

Alat	:	Tangki Inhibitor
Kode	:	ST-507
Fungsi	:	Tempat penyimpanan (selama 7 hari) inhibitor untuk diinjeksikan ke <i>Cooling Tower</i>
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	:	31.963,5767 ft <sup>3</sup> (905,0992 m <sup>3</sup> )
Dimensi Shell		20 ft (6,096 m)
Diameter	:	10 ft (3,048 m)
Tinggi	:	3/4 in

Tebal	:	
Dimensi Konis		
Tinggi	:	2,054 ft (0,626 m)
Tebal	:	0,25 in
Tinggi Total	:	12,05 ft (3,674 m)
Tekanan desain	:	118,35 psi
Bahan	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	:	1 Buah

---

### 11. Tangki Penyimpanan Air Proses (ST – 508)

Tabel 5. 40 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Air Proses (ST – 508)

Alat	:	Tangki Air Proses
Kode	:	ST-508
Fungsi	:	Tempat penyimpanan bahan baku air untuk keperluan proses
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	:	219,4683 ft <sup>3</sup> (6,2146 m <sup>3</sup> )
Dimensi Shell		
Diameter	:	25 ft (7,6201 m)
Tinggi	:	15 ft (4,5721 m)
Tebal	:	1 in
Dimensi Konis		
Tinggi	:	6,5676 ft (2,0018 m)
Tebal	:	1,5 in
Tinggi Total	:	21,5676 ft (8,562 m)
Tekanan desain	:	16,34 psi
Bahan	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	:	1 Buah

---

## 12. Tangki Air Kondensat (ST – 509)

Tabel 5. 41 Spesifikasi Tangki Air Kondensat (ST – 509)

Alat	:	Tangki Air Kondensat
Kode	:	ST-509
Fungsi	:	Tempat penyimpanan air kondensat dan <i>make up</i> air umpan boiler
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	:	19.324,6393 ft <sup>3</sup> (467,7786 m <sup>3</sup> )
Dimensi Shell		
Diameter	:	15 ft (4,572 m)
Tinggi	:	10 ft (3,048 m)
Tebal	:	1/2 in
Dimensi Konis		
Tinggi	:	3,457 ft (1,054 m)
Tebal	:	1 in
Tinggi Total	:	13,46 ft (4,102 m)
Tekanan desain	:	59,33 psi
Bahan	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	:	1 buah

## 13. Tangki Hidrazin (ST – 510)

Tabel 5. 42 Spesifikasi Tangki Hidrazin (ST – 510)

Alat	:	Tangki Hidrazin
Kode	:	ST-510
Fungsi	:	Tempat menyiapkan dan menampung larutan hidrazin selama 30 hari untuk diinjeksikan ke deaerator



Bentuk	: Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Kapasitas	: 178,6078 ft <sup>3</sup> (5,0576 m <sup>3</sup> )
Dimensi Shell	
Diameter	: 5 ft (1,5240 m)
Tinggi	: 3 ft (0,7620 m)
Tebal	: 1/4 in
Dimensi Konis	
Tinggi	: 0,386 ft (0,118 m)
Tebal	: 3/16 in
Tinggi Total	: 2,89 ft (0,8796 m)
Tekanan desain	: 16,27 psi
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Buah

---

#### 14. Clarifier (CL – 501)

Tabel 5. 43 Spesifikasi Clarifier (CL – 501)

---

Alat	: <i>Clarifier</i>
Kode	: CL-501
Fungsi	: Mengendapkan gumpalan-gumpalan kotoran dari bak sedimentasi
Bentuk	: Bak berbentuk kerucut
Kapasitas	: 91.795,3238 ft <sup>3</sup> (2.599,3296 m <sup>2</sup> )
Dimensi	
Diameter	: 45 ft (13,716 m)
Tinggi	: 12 ft (3,658 m)
<i>Walkways</i>	: 3 ft (0,914 m)
<i>Platform</i>	: 8 x 8 ft (2,44 x 2,44 m)
Dimensi <i>Rake</i>	<i>Beam rabble arms</i>

Jenis	: 10,2 ft (3,109 m)
Diameter	:
Power	: 60 hp
Jumlah	: 1 Buah

---

#### 15. Sand Filter (SF – 501)

Tabel 5. 44 Spesifikasi Sand Filter (SF – 501)

Alat	: Sand Filter
Kode	: SF – 501
Fungsi	: Menyaring kotoran yang masih terikut di air dari CL – 501
Bentuk	: Silinder tegak dengan head dan bottom torispherical
Kapasitas	: $4.589,7662 \text{ ft}^3 = 129,9665 \text{ m}^3$
Dimensi	
Diameter	: 10 ft
Tinggi	: 6,61 ft
Tebal	: $\frac{1}{4}$ in
Dimensi Head	
Tebal	: $\frac{5}{16}$
Tinggi	: 1,9 ft
Tinggi Total	: 10,34 ft
Waktu Backwash	: 24,05 menit
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	: 2 Buah

---

#### 16. Cooling Tower (CT – 501)

Tabel 5. 45 Spesifikasi Cooling Tower (CT – 501)

Alat	: Cooling Tower
------	-----------------

---

Kode	: CT – 501
Fungsi	: Mendinginkan air pendingin yang telah digunakan oleh peralatan proses dengan menggunakan media pendingin udara dan mengolah dari temperatur 50°C menjadi 30° C
Bentuk	: <i>Inducted Draft Cooling Tower</i>
Dimensi	
Panjang	: 13,0540 m (42,8275 ft)
Lebar	: 6,5270 m (21,4137 ft)
Tinggi	: 33,5154 m (109,9572 ft)
Power	: 35 hp
Bahan Konstruksi	: Beton
Jumlah	: 1 Buah

---

#### 17. Cation Exchanger (CE – 501)

Tabel 5. 46 Spesifikasi Cation Exchanger (CE – 501)

---

Alat	: Cation Exchanger
Kode	: CE – 501
Fungsi	: Menghilangkan ion-ion positif yang terlarut dan menghilangkan kesadahan air
Bentuk	: Silinder tegak dengan head torispherical
Dimensi <i>Shell</i>	
Diameter	: 5,0 ft (1,524 m)
Tinggi	: 12,263 ft (3,738 m)

Tebal : ¼ in

Dimensi Head &

*Bottom*

Tebal : 3/16

Tinggi : 2,682 ft (0,82 m)

Tinggi Tangki : 14,945 ft (4,555 m)

Tekanan Design : 18,022 psi

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 283 Grade C

Jumlah : 1 Buah

#### 18. Anion Exchanger (AE – 501)

Tabel 5. 47 Spesifikasi Anion Exchanger (AE – 501)

Alat : Anion Exchanger

Kode : AE – 501

Fungsi : Menghilangkan ion-ion negatif yang terlarut dan  
menghilangkan kesadahan air

Bentuk : Silinder tegak dengan head torispherical

Dimensi *Shell*

Diameter : 5,0 ft (1,524 m)

Tinggi : 12,096 ft (3,738 m)

Tebal : ¼ in

Dimensi Head &

*Bottom*

Tebal : 3/16

Tinggi	: 2,682 ft (0,82 m)
Tinggi Tangki	: 14,779 ft (4,555 m)
Tekanan Design	: 17,465 psi
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	: 1 Buah

---

### 19. Daerator (DA – 501)

Tabel 5. 48 Spesifikasi Daerator (DA – 501)

Alat	: Daerator
Kode	: CT – 501
Fungsi	: Menghilangkan gas – gas terlarut dalam air, seperti O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> , agar korosif dan kerak tidak terjadi
Dimensi <i>Shell</i>	
Diameter	: 1,524 m (5 ft)
Tebal	: ½ in
Tinggi	: 4,572 m (15 ft)
Dimensi Head	
Tebal Head	: ½ in
Jumlah	: 1 Buah

---

### 20. Pompa Utilitas (PU – 501)

Tabel 5. 49 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 501)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 501
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari Sungai ke Bak
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	5.242,2023 gpm

Efisiensi Pompa	:	68%
Dimensi Pipa	:	NPS = 42 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	55 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	2,963 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

## 21. Pompa Utilitas (PU – 502)

Tabel 5. 50 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 502)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 502
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari Bak Sedimentasi ke <i>Clarifier</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	5.241,9781 gpm
Efisiensi Pompa	:	68%
Dimensi Pipa	:	NPS = 42 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	20 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,0006 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

## 22. Pompa Utilitas (PU – 503)

Tabel 5. 51 Spesifikasi Pompa Utilias (PU – 503)

Alat	:	Pompa Utilitas
------	---	----------------

Kode	:	PU – 503
Fungsi	:	Mengalirkan Alum dari Tangki ke <i>Clarifier</i>
Jenis	:	<i>Rotary Gear Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	9,1893 gpm
Efisiensi Pompa	:	40%
Dimensi Pipa	:	NPS = 1,000 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,1553 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 23. Pompa Utilitas (PU – 504)

Tabel 5. 52 Spesifikasi Pompa Proses (PU – 504)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 504
Fungsi	:	Mengalirkan Kaporit dari Tangki ke <i>Clarifier</i>
Jenis	:	<i>Rotary Gear Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	199,75507 gpm
Efisiensi Pompa	:	45%
Dimensi Pipa	:	NPS = 3 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	5,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,3423 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 24. Pompa Utilitas (PU – 505)

Tabel 5. 53 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 505)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 505
Fungsi	:	Mengalirkan Soda Kaustik dari Tangki ke <i>Clarifier</i> dan <i>Anion Exchanger</i>
Jenis	:	<i>Rotary Gear Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	8,3052 gpm
Efisiensi Pompa	:	35%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,250 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	2,4145 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

## 25. Pompa Utilitas (PU – 506)

Tabel 5. 54 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 506)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 506
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari <i>Clarifier</i> ke <i>Sand Filter</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	524,1978 gpm
Efisiensi Pompa	:	68%
Dimensi Pipa	:	NPS = 42,0 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	5,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	3,6579 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)



## 26. Pompa Utilitas (PU – 507)

Tabel 5. 55 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 507)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 507
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari <i>Sand Filter</i> ke Tangki Air <i>Filter</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	527,8904 gpm
Efisiensi Pompa	:	70%
Dimensi Pipa	:	NPS = 42,0 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	5,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,9999 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

## 27. Pompa Utilitas (PU – 508)

Tabel 5. 56 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 508)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 508
Fungsi	:	Mengalirkan Air <i>Back Wash</i> dari Tangki Air <i>Filter</i> ke <i>Sand Filter</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	0,5279 gpm
Efisiensi Pompa	:	38%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,250 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	0,5 hp

NPSH <sub>A</sub>	:	1,6743 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 28. Pompa Utilitas (PU – 509)

Tabel 5. 57 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 509)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 509
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari Tangki Air <i>Filter</i> ke Penggunaan Umum dan <i>Hydrant</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	14,1112 gpm
Efisiensi Pompa	:	45%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,75 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	10,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	82,6728 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 29. Pompa Utilitas (PU – 510)

Tabel 5. 58 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 510)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 510
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari Tangki Air <i>Filter</i> ke <i>Hot Basin</i> dan <i>Kation Exchanger</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	5.228,0912 gpm
Efisiensi Pompa	:	65%
Dimensi Pipa	:	NPS = 42,0 in

		Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	35,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,002 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 30. Pompa Utilitas (PU – 511)

Tabel 5. 59 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 511)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 511
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari <i>Hot Basin</i> dan <i>Cooling Tower</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	55.284,7010 gpm
Efisiensi Pompa	:	82%
Dimensi Pipa	:	NPS = 54,0 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	120,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,056 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 31. Pompa Utilitas (PU – 512)

Tabel 5. 60 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 512)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 512
Fungsi	:	Mengalirkan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dari Tangki ke <i>Cation Exchanger</i>
Jenis	:	<i>Rotary Gear Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	1,0019 gpm
Efisiensi Pompa	:	37%

Dimensi Pipa	:	NPS = 1/4 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	0,50 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,3670 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 32. Pompa Utilitas (PU – 513)

Tabel 5. 61 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 513)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 513
Fungsi	:	Mengalirkan <i>Dipersant</i> dari Tangki Penyimpanan ke <i>Cooling Tower</i>
Jenis	:	<i>Rotary Gear Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	276,42 gpm
Efisiensi Pompa	:	43%
Dimensi Pipa	:	NPS = 3,50 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	5,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,32 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 33. Pompa Utilitas (PU – 514)

Tabel 5. 62 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 514)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 514
Fungsi	:	Mengalirkan Inhibitor dari Tangki Penyimpanan ke <i>Cooling Tower</i>
Jenis	:	<i>Rotary Gear Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	55,2847 gpm

Efisiensi Pompa	:	38%
Dimensi Pipa	:	NPS = 1,5 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	1,50 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,66 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

#### 34. Pompa Utilitas (PU – 515)

Tabel 5. 63 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 515)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 515
Fungsi	:	Mengalirkan dari <i>Cooling Tower</i> ke <i>Cold Basin</i>
Jenis	:	<i>Rotary Gear Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	55.284,6787 gpm
Efisiensi Pompa	:	85%
Dimensi Pipa	:	NPS = 54 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	40,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,017 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

#### 35. Pompa Utilitas (PU – 516)

Tabel 5. 64 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 516)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 516

Fungsi	:	Mengalirkan <i>Cold Basin</i> ke Sistem Proses
Jenis	:	<i>Rotary Gear Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	55.284,6787 gpm
Efisiensi Pompa	:	85%
Dimensi Pipa	:	NPS = 54,0 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	40,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,017 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 36. Pompa Utilitas (PU – 517)

Tabel 5. 65 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 517)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 517
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari <i>Kation Excanger</i> ke <i>Anion Exchanger</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	202,2093 gpm
Efisiensi Pompa	:	40%
Dimensi Pipa	:	NPS = 3,0 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	5,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	2,351 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 37. Pompa Utilitas (PU – 518)

Tabel 5. 66 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 518)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 518
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari <i>Anion Exchanger</i> ke Tangki Air Proses dan Tangki Air Kondensat
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	202,2093 gpm
Efisiensi Pompa	:	40%
Dimensi Pipa	:	NPS = 3,0 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	5,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	2,351 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

## 38. Pompa Utilitas (PU – 519)

Tabel 5. 67 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 519)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 519
Fungsi	:	Mengalirkan Air <i>Backwash</i> dari Tangki Air Proses menuju <i>Anion Exchanger</i> dan <i>Kation Exchanger</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	0,0487 gpm
Efisiensi Pompa	:	40%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,5 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	0,50 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	2,000 m

Jumlah : 2 Buah (1 Cadangan)

### 39. Pompa Utilitas (PU – 520)

Tabel 5. 68 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 520)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 520
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari Tangki Proses ke Sistem Proses
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	1,5666 gpm
Efisiensi Pompa	:	60%
Dimensi Pipa	:	NPS = 0,4 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	1,0 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	11,137 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

### 40. Pompa Utilitas (PU – 521)

Tabel 5. 69 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 521)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 521
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari Tangki Air Kondensat ke <i>Daerator</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	2.207,0697 gpm
Efisiensi Pompa	:	60%
Dimensi Pipa	:	NPS = 42,0 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	15,0 hp



NPSH <sub>A</sub>	:	1,000 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

#### 41. Pompa Utilitas (PP – 522)

Tabel 5. 70 Spesifikasi Pompa Utilitas (PP – 522)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 522
Fungsi	:	Mengalirkan Larutan Hidrazin dari Tanki untuk diinjeksikan ke <i>Daerator</i>
Jenis	:	<i>Rotary Gear Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	0,0287 gpm
Efisiensi Pompa	:	35%
Dimensi Pipa	:	NPS = 1/8 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	0,50 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,001 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

#### 42. Pompa Utilitas (PU – 523)

Tabel 5. 71 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 523)

Alat	:	Pompa Utilitas
Kode	:	PU – 523
Fungsi	:	Mengalirkan Air dari <i>Daerator</i> ke Boiler
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump (Single Suction)</i>
Bahan Kontruksi Pipa	:	<i>Stainless Steels AISI 316</i>
Kapasitas	:	470,7479 gpm
Efisiensi Pompa	:	60%

Dimensi Pipa	:	NPS = 5,0 in Sch = 40
<i>Power Motor</i>	:	5,50 hp
NPSH <sub>A</sub>	:	1,211 m
Jumlah	:	2 Buah (1 Cadangan)

---

#### 43. Boiler (BO – 501)

Tabel 5. 72 Spesifikasi Boiler (BO – 501)

Alat	:	Boiler
Kode	:	BO – 501
Fungsi	:	Menghasilkan steam untuk kebutuhan proses
Tipe	:	<i>Fire Tube Boiler</i>
<i>Heating Surface</i>	:	32,200
Kapasitas	:	177.274,122 Btu/jam
<i>Power Motor</i>	:	35 hp
Jumlah	:	1 Buah

---

#### 44. Blower Steam (BS – 501)

Tabel 5. 73 Spesifikasi Blower Steam (BS – 501)

Kode	:	BS – 501
Fungsi	:	Mengalirkan steam menuju alat proses
Tipe	:	<i>Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower</i>
<i>Power Motor</i>	:	5,0 hp
Jumlah	:	2 Buah (1 cadangan)

---

#### 45. Blower Udara (BU – 501)

Tabel 5. 74 Spesifikasi Blower Udara (BU – 501)

Fungsi	: Untuk mengalirkan udara menuju <i>Cyclone</i> (CC – 501).
Kode	: BU-501
Tipe	: <i>Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower</i>
Kapasitas	: 11.351,2510 ft <sup>3</sup> /menit
Power Motor	: 5 hp
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel</i> SA -240 Grade M type 316

## 46. Blower Udara (BU – 502)

Tabel 5. 75 Spesifikasi Blower Udara (BU – 502)

Fungsi	: Untuk mengalirkan udara menuju <i>Air Dryer</i> (AD – 501).
Kode	: BU-502
Tipe	: <i>Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower</i>
Kapasitas	: 11.351,2510 ft <sup>3</sup> /menit
Power Motor	: 3 hp
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel</i> SA -240 Grade M type 316

## 47. Blower Udara (BU – 503)

Tabel 5. 76 Spesifikasi Blower Udara (BU – 503)

Fungsi	: Untuk mengalirkan udara menuju <i>Air Compressor</i> (AC – 501)
Kode	: BU-503
Tipe	: <i>Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower</i>
Kapasitas	: 46.578,0976 ft <sup>3</sup> /menit
Power Motor	: 10 hp
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel</i> SA -240 Grade M type 316

## 48. Blower Udara (BU – 504)

Tabel 5. 77 Spesifikasi Blower Udara (BU – 504)

Fungsi	: Untuk mengalirkan udara menuju alat proses
Kode	: BU-504
Tipe	: <i>Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower</i>

Kapasitas	: 11.345,8126 ft <sup>3</sup> /menit
Power Motor	: 3 hp
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA -240 Grade M type 316</i>

#### 49. Air Dryer (AD – 501)

Tabel 5. 78 Spesifikasi Air Dryer (AD – 501)

Alat	: <i>Air Dryer</i>
Kode	: AD – 501
Fungsi	: Menyerap H <sub>2</sub> O dalam udara.
Jenis	: Silinder tegak dengan <i>head</i> berbentuk <i>torispherical and dished head</i>
Dimensi	: Diameter = 0,8091 m : Tinggi = 4,2928 m
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283</i>
Jumlah	: 1 Buah

#### 50. Compressor (CP – 501)

Tabel 5. 79 Spesifikasi Compressor (CP – 501)

Alat	: <i>Compressor</i>
Kode	: CP– 501
Jenis	: <i>Centrifugal compressor</i>
Kapasitas	: 110,8808 m <sup>3</sup> /jam udara
Power	: 5 hp
Bahan Konstruksi	: <i>Cast iron</i>
Jumlah	: 2 buah

#### 51. Generator Set (GS – 501)

Tabel 5. 80 Spesifikasi Generator Set (GS - 501)

Nama Alat :	<i>Generator</i>
Fungsi :	Pembangkit tenaga listrik
Kapasitas :	2,239 MW
Efisiensi :	80 %
Jumlah :	1 Buah

## 52. Tangki Bahan Bakar (ST – 511)

Tabel 5. 81 Spesifikasi Tangki Bahan Bakar (ST – 511)

Alat :	Tangki Bahan Bakar
Fungsi :	Menampung bahan bakar solar untuk kebutuhan generator dengan waktu tinggal 7 hari
Bentuk :	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan atap ( <i>head</i> ) berbentuk konis.
Dimensi Shell	
Diameter :	15 ft (4,57 m)
Tinggi :	10 ft (3,04 m)
Tebal :	7/8 in
Dimensi Konis	
Tinggi :	4,39 ft (1,33 m)
Tebal :	0,75 in
Tinggi Total :	14,39 ft (4,38 m)
Bahan :	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah :	1 Buah

## **BAB VI**

### **UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH**

Unit utilitas merupakan sarana penunjang proses yang diperlukan pabrik agar dapat berjalan dengan baik. Pada umumnya, utilitas dalam pabrik meliputi unit penyedia air, heating oil, dan listrik. Penyediaan utilitas dapat dilakukan secara langsung dimana utilitas diproduksi di dalam pabrik tersebut, atau secara tidak langsung yang diperoleh dari pembelian ke perusahaan-perusahaan yang menjualnya.

Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik *Glyphosate* ini antara lain:

#### **6.1. Unit Penyedia Air**

Dalam proses produksi, air memegang peranan penting, baik untuk kebutuhan proses maupun kebutuhan domestik. Unit Penyedia Air bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air. Air yang digunakan pada pabrik *Glyphosate* ini adalah air yang berasal dari Sungai Bengawan Solo. Air yang disediakan unit ini diantaranya:

##### **a. Penyediaan Air Keperluan Umum**

Air untuk keperluan umum adalah air yang dibutuhkan untuk sarana dalam pemenuhan kebutuhan pegawai seperti untuk mandi, cuci, kakus (MCK) dan untuk kebutuhan kantor lainnya, serta kebutuhan rumah tangga. Kebutuhan air umum meliputi kebutuhan air karyawan kantor, perumahan, sanitasi, laboratorium, pertamanan, bengkel, klinik, masjid dan lain – lain.

Kebutuhan air untuk keperluan umum dapat dilihat pada table 6.1. berikut:

Tabel 6. 1 Kebutuhan Air Umum

No	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1	Air untuk karyawan & kantor = 100 L/orang/hari	15.800,00	L/hari
	Jadi untuk 158 orang diperlukan air sejumlah	15,80	m <sup>3</sup> /hari
2	Air untuk perumahan karyawan :		
	a. Perumahan pabrik : 20 rumah	10,00	m <sup>3</sup> /hari
	b. Rumah dihuni 4 orang : 500 L/hari.rumah		
	Total untuk perumahan : 10000 L/hari		
3	Air Untuk Laboratorium diperkirakan sejumlah	10,00	m <sup>3</sup> /hari
4	Air Untuk Kebersihan dan Pertamanan	5,00	m <sup>3</sup> /hari
5	Keperluan Masjid dan Olah raga	5,00	m <sup>3</sup> /hari
		<b>45,80</b>	<b>m<sup>3</sup>/hari</b>
	<b>Total Kebutuhan Air Bersih</b>	<b>1,9083</b>	<b>m<sup>3</sup>/jam</b>
		<b>1.894,700</b>	<b>kg/jam</b>

Beberapa persyaratan untuk air sanitasi adalah sebagai berikut:

- Syarat fisis: di bawah suhu kamar, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau, tingkat kekeruhan < 1 mg SiO<sub>2</sub>/Liter.
- Syarat kimia: tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air, logam-logam berat lainnya yang beracun.
- Syarat biologis (bakteriologis): tidak mengandung kuman/bakteri terutama bakteri patogen.

#### b. Penyediaan Air Proses

Air proses adalah air-air yang digunakan untuk proses pembuatan produk. Misalnya untuk melarutkan bahan baku, untuk mendinginkan bahan dan lain sebagainya.

Syarat untuk air proses adalah sebagai berikut:

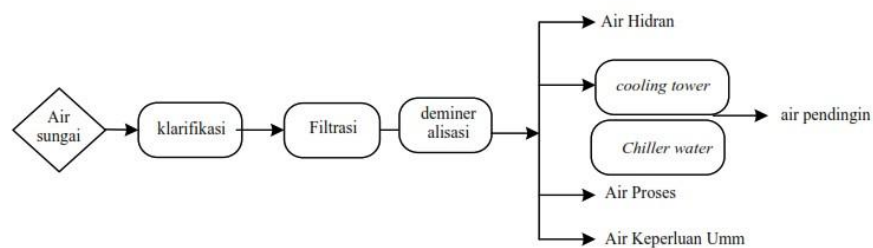
- 1) Kandungan silika dan kandungan mineral logam seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , maksimal 0,004 ppm
- 2) Kandungan total padatan tersuspensi 0,002 ppm.

Kebutuhan air proses di pabrik ini dapat dilihat pada tabel 6.2 di bawah ini:

Tabel 6. 2 Kebutuhan Air Proses

No	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1.	Dissolving Tank	292,15	Kg/jam
	<b>Total</b>	<b>292,15</b>	<b>Kg/jam</b>
	<b>Over Design 10%</b>	<b>321,36</b>	<b>Kg/jam</b>

Untuk mendapatkan spesifikasi air sesuai dengan kebutuhan dilakukan pengolahan dengan beberapa tahap. Pengolahan yang dilakukan setelah pemompaan dari sungai adalah penjernihan, penyaringan, desinfektasi, dan demineralisasi. Diagram alir pengolahan air dapat dilihat pada Gambar 6.1:



Gambar 6. 1 Diagram Alir Pengolahan Limbah

### Penjernihan (*Clarification*)

Bahan baku air diambil dari air sungai. Air sungai dialirkan dari daerah



terbuka ke *water intake system* yang terdiri dari *screen* dan pompa. *Screen* dipakai untuk memisahkan kotoran dan benda – benda asing pada aliran *suction* pompa.

Air yang tersaring oleh *screen* masuk ke *suction* pompa dan dialirkan melalui pipa masuk ke unit pengolahan air.

Air masuk ke dalam tangki sedimentasi untuk mengendapkan dan memisahkan lumpur yang terbawa, yang dapat menyebabkan gangguan (*fouling*) di dalam proses penyediaan air bebas mineral. Partikel yang besar dihilangkan dengan penyaringan, tetapi koloidal yang ada dilepas melalui proses klarifikasi dalam penetralan dan penggumpalan (*coagulation*) dan sebelum dikeluarkan dilakukan injeksi larutan alum, kaustik soda, dan klorin. Jumlah aliran bahan kimia yang masuk dikontrol secara otomatis sebanding dengan jumlah air yang masuk. Jumlah injeksi bahan kimia tergantung dari mutu air sungai dan keadaan operasi di lapangan. Semua air alam mengandung bermacam – macam jenis dan jumlah pengotor. Kotoran ini dapat digolongkan sebagai berikut:

- Padatan yang terlarut

Zat – zat padat yang terlarut terdiri dari bermacam – macam komposisi mineral-mineral seperti kalsium karbonat, magnesium karbonat, kalsium sulfat, magnesium sulfat, silika, sodium klorida, sodium sulfat dan sejumlah kecil besi, mangan, florida, aluminium dan lain – lain.

- Gas – gas yang terlarut

Gas-gas yang terlarut biasanya adalah komponen dari udara walaupun dalam jumlah yang sangat kecil, seperti hidrogen sulfida, metana, oksigen dan CO<sub>2</sub>.

- Zat yang tersuspensi

Zat yang tersuspensi dapat berupa kekeruhan (*turbidity*) yang terjadi dari bahan organik, mikro organik, tanah liat dan endapan lumpur, warna yang disebabkan oleh pembusukan tumbuh-tumbuhan dan lapisan endapan mineral seperti minyak.

Pada proses penjernihan air, digunakan koagulan untuk meningkatkan proses penggumpalan partikel – partikel tersuspensi. Selain itu, digunakan juga bahan kimia yang berfungsi untuk membunuh bakteri, jamur, mikroorganisme dan bahan kimia yang berfungsi sebagai pengatur pH sehingga dapat mempermudah pembentukan *flok*/gumpalan.

- Larutan Alum (Alumunium Sulfat)

Alumunium Sulfat berupa tepung berwarna putih, dapat larut dalam air, stabil dalam udara, tidak mudah terbakar, tidak dapat larut dalam alkohol dan dapat membentuk gumpalan dengan cepat. Larutan alum berfungsi sebagai bahan penggumpal (*floculant*) untuk menjernihkan air. Pembentukan flok terbaik pada pH 6,5 – 7,5. Jumlah alum yang diinjeksikan sebanyak 0,06% dari air umpan (Cheremisinoff, 2002; hal 40 dan 94).

- Soda Kaustik (NaOH)

Soda Kaustik berfungsi untuk mengatur pH atau memberikan kondisi basa pada air sungai sehingga mempermudah pembentukan *flok*, karena air sungai cenderung bersifat asam. Jumlah kaustik soda yang diinjeksikan sebanyak

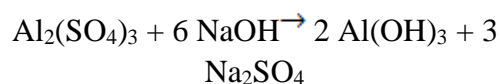
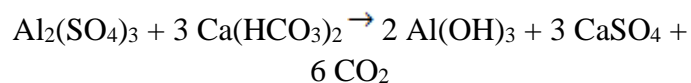
0,05% dari air umpan dengan konsentrasi 17%. (Cheremisinoff, 2002; hal 105).

- Klorin/Kaporit

Klorin berfungsi untuk membunuh bakteri, jamur dan mikroorganisme.

Jumlah klorin yang diinjeksikan sebanyak 1,2% dari umpan dengan konsentrasi 30% volume (Cheremisinoff, 2002; hal 38 dan 470)

Reaksi yang terjadi:



Air sungai yang telah di-treatment pada unit klarifikasi, selanjutnya diolah pada unit filtrasi yaitu pada *Sand Filter*.

### Penyaringan (Filtrasi)

Air yang dipersiapkan sebagai bahan baku untuk proses pertukaran ion (*ion*

*exchange*) harus disaring untuk mencegah fouling di alat penukar ion yang disebabkan oleh kotoran yang terbawa. Zat yang akan dihilangkan merupakan zat organik, zat berwarna dan bakteri. Air yang telah mengalami

proses penjernihan, turbiditasnya menjadi 5 ppm atau lebih rendah. Selama proses filtrasi, kotoran yang masih terbawa pada air akan terlepas oleh filter dan terkumpul pada permukaan *bed filter*.

Penyaringan ini menggunakan media pasir atau sand filter berbentuk silinder vertikal yang terdiri dari antrasit, *fine sand*, *coarse sand*, dan *activated carbon*. *Activated carbon* digunakan untuk menghilangkan klorin, bau, dan warna. Jika *sand filter* ini telah jenuh maka perlu dilakukan regenerasi, dengan cara pencucian aliran berlawanan (*backwash*) dengan aliran yang lebih tinggi dari aliran filtrasi, hal ini dilakukan untuk melepaskan kotoran (*suspended matters*) dari permukaan filter dan untuk memperluas bidang penyaringan.

Setelah proses *backwash*, filter dioperasikan kembali. Air hasil saringan untuk beberapa menit pertama dikirim ke pembuangan, hal ini dilakukan untuk membersihkan sistem dari benda-benda padat yang masih terbawa dan setelah itu dibuang. *Backwash filter* secara otomatis terjadi bila penurunan tekanan tinggi (*high pressure drop*) terjadi atau waktu operasi (*duration time*) tercapai. Setelah itu, air masuk resin tank untuk dihilangkan kesadahannya agar tidak terjadi korosi pada alat. Larutan kaustik diinjeksikan melalui pipa (line header outlet) dari sand filter untuk mengatur pH dari produk air filter yang masuk ke tangki penyimpanan air filter (*Filter Water Tank*). Untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme yang ada dalam air filter dilakukan injeksi klorin. Dari tangki air filter, air

didistribusikan ke keperluan air umum, air proses, dan air hidran.

### Penyediaan Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang diperlukan untuk proses-proses

pertukaran/perpindahan panas dalam heat exchanger dengan tujuan untuk memindahkan panas suatu zat di dalam aliran ke dalam air.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penyediaan air pendingin adalah:

- Kesadahan air yang dapat menyebabkan terjadinya *scale* (kerak) pada sistem perpipaan.
- Mikroorganisme seperti bakteri, plankton yang tinggal dalam air sungai, berkembang dan tumbuh, sehingga menyebabkan *fouling* alat *heat exchanger*.
- Besi, yang dapat menimbulkan korosi Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya *film corrosion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient*, dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.

Kualitas standar air pendingin yaitu:

- *Cahardness* Sebagai  $\text{CaCO}_3$  : < 150 ppm
- *Mg hardness* Sebagai  $\text{Mg CO}_3$  : < 100 ppm
- Silika sebagai  $\text{SO}_2$  : < 200 ppm
- Turbiditas : <10
- $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  : < 1000 ppm
- pH : 6-8
- $\text{Ca}^{2+}$  : *max* 300 ppm

- Silika : *max* 150 ppm
- TDS : *max* 2500 ppm

Total air pendingin yang diperlukan sebesar 875.004,0630 kg/jam. Peralatan yang menggunakan air pendingin tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.3 berikut.

Tabel 6. 3 Kebutuhan Air Pendingin

Kebutuhan	Jumlah	Satuan
<i>Reactor</i> (RE – 301)	3.108.669,27	Kg/jam
<i>Crystallizer</i> (CR – 401)	32.417,70	Kg/jam
<i>Heat Exchanger</i>	7.168.789,11	Kg/jam
<b>Total</b>	<b>10.309.876,0802</b>	<b>Kg/jam</b>
<b><i>Over Design</i></b>	<b>11.340.863,6882</b>	<b>Kg/jam</b>
<b><i>Recovery 90% make up</i></b>	<b>1.030.987,6080</b>	<b>Kg/jam</b>

- *Cooling Water*

Air pendingin diproduksi oleh menara pendingin (cooling tower). Alat-alat yang menggunakan cooling water adalah reactor coil dan crystallizer. Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan dari suhu 50°C menjadi

30°C, untuk dapat digunakan lagi sebagai air untuk proses pendinginan pada alat pertukaran panas dari alat yang membutuhkan pendinginan.

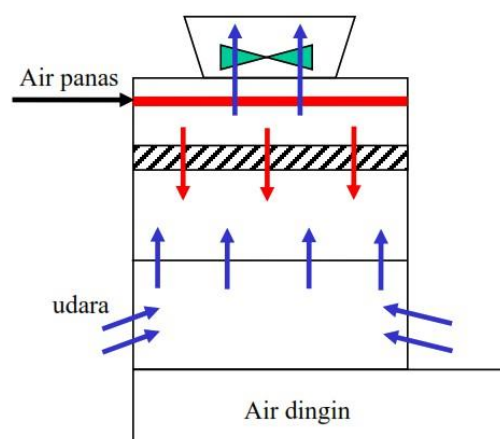
Air pendingin yang keluar dari media-media perpindahan panas di area proses akan disirkulasikan dan didinginkan kembali seluruhnya di dalam *cooling tower*. Penguapan dan kebocoran air akan terjadi di dalam *cooling tower* ini. Oleh karena itu, untuk menjaga jumlah air pendingin harus ditambah air *make*

up yang jumlahnya sesuai dengan jumlah air yang hilang. Maka *water make up* untuk *cooling tower* sebesar 79.545,8289 Kg/jam.

Sistem air pendingin terutama terdiri dari *cooling tower* dan basin, pompa air pendingin untuk peralatan proses, sistem injeksi bahan kimia, dan *induce draft fan*. Sistem injeksi bahan kimia disediakan untuk mengolah air pendingin untuk mencegah korosi, mencegah terbentuknya kerak dan pembentukan lumpur diperalatan proses, karena akan menghambat atau menurunkan kapasitas perpindahan panas.

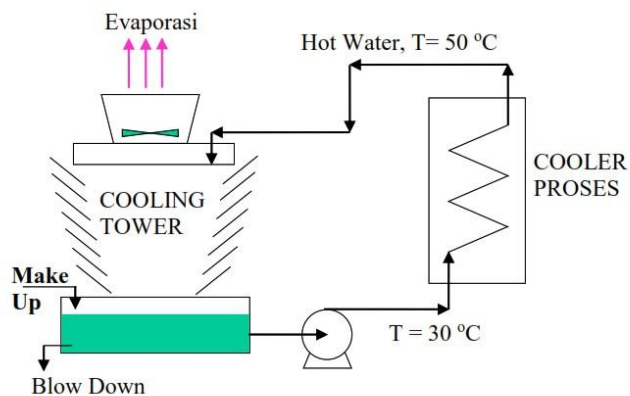
Pengolahan air pada *cooling tower* dilakukan dengan menginjeksikan zat kimia, yaitu:

- *Scale inhibitor*, berupa dispersant yang berfungsi untuk mencegah pembentukan kerak pada peralatan yang disebabkan oleh senyawa-senyawa terlarut.
- *Corrosion inhibitor*, berupa natrium fosfat yang berfungsi untuk mencegah korosi pada peralatan.



Gambar 6. 2 Cooling Tower

Sistem resirkulasi yang dipergunakan bagi air pendingin ini adalah system terbuka. Sistem ini akan memungkinkan berbagai penghematan dalam hal biaya penyediaan utilitas khususnya untuk air pendingin. Udara bebas akan digunakan sebagai pendingin dari air panas yang terbentuk sebagai produk dari proses perpindahan panas.



Gambar 6. 3 Diagram Cooling Water System

Proses pendinginan di cooling tower:

- *Cooling Water* yang telah menyerap panas proses pabrik dialirkan kembali ke *Cooling Tower* untuk didinginkan.
- Air dialirkan ke bagian atas *Cooling Tower* kemudian dijatuhkan ke bawah dan akan kontak dengan aliran udara yang dihisap oleh *Induce Draft (ID) Fan*.
- Akibat kontak dengan aliran udara terjadi proses pengambilan panas dari air oleh udara dan juga terjadi proses penguapan sebagian air dengan melepas panas laten yang akan mendinginkan air yang jatuh ke bawah.



- Air yang telah menjadi dingin tersebut dapat ditampung di Basin dan dapat dipergunakan kembali sebagai *cooling water*.
- Air dingin dari Basin dikirim kembali untuk mendinginkan proses di pabrik menggunakan pompa sirkulasi *Cooling water*.
- Pada proses pendinginan di *cooling tower* sebagian air akan menguap dengan mengambil panas laten, oleh karena itu harus ditambahkan air *make-up* dari *Water Treatment*.

#### **Penyediaan Air *Hidrant***

Salah satu bagian dari utilitas pabrik ini adalah air pemadam kebakaran.

Kebutuhan air untuk keperluan ini sangat diperlukan jika suatu saat terjadi ledakan/kebakaran yang menimpa salah satu bagian dari pabrik. Jadi, penggunaan air untuk keperluan ini tidak dilakukan secara rutin dan kontinyu tetapi hanya bersifat insidental, yaitu hanya pada saat terjadi kebakaran. Pada praktiknya, kebutuhan air ini disalurkan melalui pipa hydrant yang tersambung melalui saluran yang melintasi seluruh lokasi pabrik.

Pipa – pipa hydrant terutama dipersiapkan pada lokasi pabrik yang cukup strategis dengan pertimbangan utama adalah kemudahan pencapaian pada semua lokasi pabrik. Perkiraan jumlah air yang dibutuhkan untuk pemadam kebakaran sekitar 1,01 m<sup>3</sup>/hari (1000 Kg/jam) yang akan ditampung dalam tangka

penampung. Fasilitas pemadam kebakaran seperti *fire hydrant* perlu ditempatkan pada tempat –tempat yang strategis, disamping itu disediakan pula *portable fire fighting equipment* pada setiap ruangan dan tempat–tempat yang mudah dicapai. Dengan adanya fasilitas ini diharapkan keselamatan dan kesehatan kerja pabrik ini meningkat.

Total kebutuhan air pada pabrik Glyphosate ini sebesar 122.438,1181 Kg/jam. Air yang digunakan dalam pabrik ini, seperti air proses, air pendingin dan lainnya diperoleh dari air sungai.

## 6.2. Unit Penyedia Panas

Unit penyedia panas yang digunakan ialah *boiler*. *Boiler* berfungsi untuk membangkitkan *steam* yang akan didistribusikan pada alat proses, *steam* yang dihasilkan memiliki tempratur 200°C, bahan bakar yang digunakan pada *boiler* ini ialah batu bara. *Steam* yang dibutuhkan pada pabrik *Glyphosate* ini sebanyak 177. Btu/jam.

## 6.3. Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Kebutuhan tenaga listrik dipenuhi oleh PLN Gresik dengan kapasitas 2.200MW, sedangkan generator digunakan sebagai cadangan jika ada pemadaman listrik. Generator yang digunakan adalah generator bolak balik atas dasar pertimbangan sebagai berikut:

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator

Kebutuhan listrik untuk pabrik direncanakan untuk penerangan seluruh area pabrik, keperluan proses, dan keperluan utilitas. Kebutuhan listrik total sebesar 1,553 MW.

#### 6.4. Penyediaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar cair yaitu solar (untuk generator) dan fuel oil (untuk *Boiler*) yang diperoleh dari PERTAMINA atau distribusinya.

Pemilihan didasarkan pada pertimbangan bahan bakar cair:

- Mudah didapat
- Tersedia secara kontinyu
- Mudah dalam penyimpanannya

Kebutuhan bahan bakar:

Solar = 459,9206 L/jam

#### 6.5. Unit Penyediaan Udara Instrumentasi

Unit penyediaan udara instrumentasi digunakan untuk menjalankan instrumentasi seperti untuk menggerakkan control valve serta untuk pembersihan peralatan pabrik. Udara instrumen bersumber dari udara di lingkungan pabrik, hanya saja udara tersebut harus dinaikkan tekanannya dengan menggunakan *compressor*. Untuk memenuhi kebutuhan digunakan *compressor* dan didistribusikan melalui pipa-pipa. Kebutuhan udara yang digunakan adalah

153,0023 Kg/jam.

## 6.6. Unit Pengolahan Limbah

Beberapa limbah yang dihasilkan dari pabrik *Glyphosate* sebagai berikut:

### a. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik, pencucian, dan dapur dapat langsung dibuang ke pembuangan umum, sedangkan kotoran yang berasal dari toilet dibuang ke tempat pembuangan khusus *septic tank*.

### b. Air buangan dari peralatan proses

Air buangan ini mengandung bahan organik yang mungkin disebabkan oleh:

- Kebocoran dari suatu peralatan.
- Kebocoran karena tumpah pada saat pengisian.
- Pencucian atau perbaikan peralatan.

Air buangan yang mengandung bahan organik dilakukan pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Larutan organik di bagian atas dialirkan ke tungku pembakaran, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir, yang kemudian dapat dibuang ke pembuangan umum.

### c. Limbah Buangan Proses

Limbah buangan proses mengandung fosfor dan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) yang dapat menghambat penguraian pada proses biologis. Pengolahan buangan yang mengandung sulfur dapat dilakukan melalui

treatment proses biologi maupun proses kimia ataupun karbon aktif. Dengan proses kimia kandungan

unsur sulfur dioksida atau diendapkan. Hidrogen peroksida dapat berfungsi juga sebagai bahan pengoksida sulfur.

Pembuangan limbah yang banyak mengandung fosfat ke dalam badan air dapat menyebabkan pertumbuhan lumut dan mikroalga yang berlebih yang disebut “*eutrophication*”, sehingga air menjadi keruh dan berbau karena pembusukan lumut-lumut yang mati. Metode yang digunakan untuk pembuangan kelebihan fosfat meliputi pengendapan kimiawi. Selain itu, senyawa-senyawa fosfat dapat dibuang dengan penambahan koagulan, seperti tawas dan kapur.

Bahan tersebut ditambahkan sebelum pengendapan primer, tawas dan kapur dimasukkan ke dalam tangki aerasi selama proses lumpur diaktifkan. Setelah pengendapan kemudian dilakukan pemisahan dan filtrasi menggunakan zeolit. Sebagian besar dari bahan organik tersebut dibuang, begitu pula fosfatnya, sehingga dihasilkan pengurangan beban pada proses pengolahan biologis.

## **6.7. Laboratorium**

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat

dikendalikan dan kualitas produk dapat dijaga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Disamping itu juga berperan dalam pengendali pencemaran lingkungan. Laboratorium mempunyai tugas pokok antara lain:

1. Sebagai pengendali kualitas bahan baku dan pengendali kualitas produk.
2. Sebagai pengendali terhadap proses produksi dengan melakukan analisis terhadap pencemaran lingkungan yang meliputi polusi udara, limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan unit-unit produksi.
3. Sebagai pengendali terhadap mutu air proses, air pendingin dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

Laboratorium melaksanakan tugas selama 24 jam sehari dalam kelompok kerja shift dan non-shift.

a. Kelompok Non-Shift

Kelompok ini bertugas melakukan analisis khusus, yaitu Analisis yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan oleh laboratorium. Dalam membantu kelancaran kinerja kelompok shift, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas-tugas antara lain:

- Menyediakan reagen kimia untuk analisis laboratorium.
- Melakukan analisis bahan buangan penyebab polusi.
- Melakukan penelitian/percobaan untuk membantu kelancaran produksi.

b. Kelompok Shift

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisis-analisis rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini

menggunakan sistem bergilir yaitu kerja shift selama 24 jam dengan masing-masing shift bekerja selama 8 jam.

Dalam pelaksanaan tugasnya, seksi laboratorium dikelompokkan menjadi:

a. Laboratorium Fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan antara lain: *specific gravity*, *viskositas kinematik*, dan kandungan air

b. Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat-sifat kimianya.

Analisis yang dilakukan antara lain:

- Kadar impuritis pada bahan baku
- Kandungan logam berat
- Kandungan metal

c. Laboratorium Analisis Air

Pada laboratorium Analisis air ini yang di analisis antara lain:

1. Bahan baku air
2. Air pendingin

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, kadar minyak, sulfat, silika dan konduktivitas air.

Alat- alat yang digunakan dalam laboratorium analisis air adalah:

- pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan.
- *Spektrometer*, untuk menentukan konsentrasasi suatu senyawa terlarut dalam air dengan syarat larutan harus berwarna.
- *Spectroscopy*, untuk menentukan kadar sulfat.
- *Gravimetric*, untuk mengetahui jumlah kandungan padatan dalam air.
- Peralatan titrasi, digunakan untuk mengetahui kandungan klorida, kasadahan dan *alkalinitas*.
- *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

d. Alat Analisis

Alat Analisis yang digunakan:

*Water Content Tester*, untuk menganalisis kadar air dalam produk.

- *Viskometer Bath*, untuk mengukur viskositas produk keluar reaktor.
- *Hydrometer*, untuk mengukur *spesific gravity*.

## 6.8. Instrumentasi dan Pengendalian Proses

Dalam pengoperasian dan pengendalian alat-alat proses, diperlukan system instrumentasi yang dapat mengukur, mengindikasikan, dan mencatat variabel- variabel proses. Pengendalian alat-alat proses dipusatkan di ruang kendali, walaupun dapat pula dilakukan langsung di lapangan. Pengendalian terhadap kualitas bahan baku dan produk dilakukan di laboratorium pabrik.

Sistem pengendalian di pabrik *Glyphosate* ini menggunakan *Distributed Control System* (DCS). Sistem ini mempergunakan komputer *mikroprosesor*



yang membagi aplikasi besar menjadi sub-sub yang lebih kecil. Data yang diperoleh dari elemen-elemen sensor diolah dan disimpan. Pengendalian dilakukan dalam *Programmable Logic Controller* dengan cara mengubah data-data tersebut menjadi sinyal elektrik untuk pembukaan atau penutupan *valve-valve*. Untuk melakukan perhitungan matematis yang rumit dan kompleks dibutuhkan *Supervisor Control System (SCS)*.

Beberapa kemampuan yang dimiliki oleh SCS adalah:

1. Kalkulasi termodinamik.
2. Prediksi sifat/komposisi produk dan kontrol.
3. Menyimpan data dalam jangka waktu yang panjang.

Model hierarki pengendalian meliputi empat tingkat kebutuhan informasi dan sistem pengendalian. Computer Integrated Manufacturing (CIM) dicapai dengan pengkoordinasian dan penggunaan secara efektif aliran informasi melalui seluruh tingkatan.

Keempat tingkat dapat dilihat pada table 6.4 berikut ini.

Tabel 6. 4 Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian

Tingkatan	Fungsi
1. <i>Regulatory and Sequential Control</i>	Memantau, mengendalikan, dan mengatur berbagai aktuator dan perangkat lapangan yang berhubungan langsung dengan proses.

- |  |   |
|--|---|
| 2. <i>Supervisory Control</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengkoordinasikan kegiatan satu atau lebih DCS</li> <li>- Menyediakan <i>plantwide summary</i> dan <i>plantwide process overview</i>.</li> </ul> |
| 3. Sistem informasi yang dibutuhkan oleh <i>Local Plant Management</i> | Pengaturan operasi hari ke hari, seperti penjadwalan produk, pemantauan operasi, laboratorium jaminan kualitas, akumulasi data produksi – biaya, dan <i>tracking shipment</i> .           |
| 4. <i>Management Information System</i>                                | Mengkoordinasikan informasi keuangan , penjualan, dan pengembangan produk pada tingkat perusahaan.  |
- 

Pengendalian terhadap variabel proses dilakukan dengan sistem pengendali

elektronik. Variabel-variabel yang dikendalikan berupa temperatur, tekanan, laju alir, dan level cairan. Pengendalian variabel utama proses tercantum pada Tabel 6.5.

Tabel 6. 5 Pengendalian Variabel Utama Proses

No.	Variabel	Alat Ukur
1.	Temperature	Termokopel
2.	Tekanan	<i>Pressure gauge</i>
3.	Laju Alir	<i>Orificimeter, ventumeter, vortexcoriolismeter</i>
4.	Level Cairan	<i>Float level device</i>

## **BAB VII**

### **LOKASI DAN TATA LETAK**

#### **7.1. Lokasi Pabrik**

Lokasi pabrik merupakan faktor terpenting yang harus dipertimbangkan dalam penentuan lokasi dimana suatu pabrik akan didirikan. Strategis atau tidaknya suatu pabrik akan berpengaruh secara langsung terhadap kelangsungan proses pabrik yang meliputi keberhasilan dan kelancaran produksi pabrik. Secara umum, lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan sumber bahan baku, sumber air, jalan raya, berada di kota besar (terdapat unit perbengkelan dan menyediakan tenaga kerja yang memadai).

Pabrik *glyphosate* dengan kapasitas 30.000 ton/tahun yang akan didirikan ini berlokasi di dalam kawasan industri Gresik. Lokasi lahan berdekatan dengan sumber air yaitu sungai Bengawan Solo, namun ada pertimbangan lainnya adalah sebagai berikut:

#### **1. Faktor Primer**

##### **a. Penyediaan Bahan Baku**

Lokasi pabrik dipilih karena dekat dengan jalur transportasi sumber bahan baku yakni N-PMIDA yang diimpor dari China melalui Pelabuhan Tanjung Perak

dan bahan baku lain adalah hidrogen peroksida berasal dari PT. Samator Inti

Peroksida yang berada di Jawa Timur.

#### **b. Daerah Pemasaran**

Faktor lain yang harus diperhatikan adalah konsumen dari produk *glyphosate*. Lokasi pabrik dipilih dekat dengan daerah pemasaran produk. Konsumen terbesar *glyphosate* adalah industri pupuk yang berlokasi di Jawa Timur dan Jakarta. Sedangkan untuk konsumen *glyphosate* lainnya pada umumnya berlokasi di pulau Jawa dan sekitarnya sehingga dalam pemasarannya mudah karena dekat dengan Pelabuhan Tanjung Perak.

#### **c. Fasilitas Transportasi**

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk poses penyediaan bahan baku dan produk. Gresik merupakan tempat berdirinya pabrik semen terbesar dan pertama kali di Indonesia. Jalur transportasi baik darat maupun laut yang berperan dalam pendistribusian bahan baku maupun produk cukup memadai, untuk transportasi darat Gresik dilintasi jalur tol Gresik-Surabaya. Bagian barat wilayah Lamongan, serta bagian timur berbatasan langsung dengan Kota Surabaya. Sedangkan untuk transportasi laut dilakukan melalui pelabuhan Tanjung Perak yang letaknya juga tidak terlalu jauh dengan lokasi pabrik.

## **2. Faktor Sekunder**

### **a. Tenaga Kerja**

Tenaga kerja yang terampil mutlak dibutuhkan dalam proses pada suatu pabrik. Untuk kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi dari daerah Jawa Timur karena merupakan daerah yang terdapat kampus, masyarakat dan sekolah yang potensial untuk mendapatkan sumber daya manusia yang berkualitas, selain dari daerah Jawa Timur sendiri tenaga kerja dari berbagai daerah pun digunakan. Masyarakat di sekitar lokasi pabrik dapat menjalin kerjasama yang baik, sehingga kondisi dan lingkungan yang harmonis antara pabrik dan masyarakat dapat terjalin.

### **b. Unit Pendukung (Utilitas)**

Perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik, dan sarana-sarana lain untuk menunjang proses produksi agar berjalan dengan baik. Gresik, seperti halnya kawasan industri lainnya, fasilitas penunjang seperti air dan listrik tersedia dengan memadai.

Sumber air pabrik direncanakan dari sungai Bengawan Solo, Gresik. Sementara itu untuk aliran listrik rencananya akan diperoleh dari dua sumber yaitu PT. PLN area pelayanan dan jaringan Gresik untuk memenuhi seluruh kebutuhan listrik pada alat-alat proses dan kebutuhan listrik rumah tangga pabrik *glyphosate*. Kemudian digunakan generator sebagai sumber listrik cadangan. Sedangkan kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari PT. Pertamina yang berada di Gresik.

### **c. Lahan dan Upah Minum Regional**

Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik lebih lanjut. Kecamatan Bungah Gresik Jawa Timur merupakan daerah kawasan industri seperti PT. Petrokimia, PT. Petrosid, kawasan industri maspion dan lain-lain sehingga lahan di daerah tersebut sudah disiapkan untuk pendirian atau pengembangan suatu pabrik serta sangat dekat dengan Kawasan Industri Gresik.

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang relatif murah. Selain itu juga upah minimum regional (UMR) di daerah Gresik masih berkisar Rp. 4.522.030,- (Anonymous E, 2016). UMR tersebut masih dibawah UMR di kota besar seperti Jakarta dan Surabaya.

### **d. Kebijakan Pemerintah**

Pendirian suatu pabrik perlu mempertimbangkan faktor kebijakan pemerintah yang terkait didalamnya. Kawasan Industri Gresik memang merupakan kawasan yang disiapkan untuk industri, sehingga pembangunan dan pengembangan di daerah tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah.

### **e. Kondisi Geografis dan Sosial Kemasyarakatan**

Lokasi Kabupaten Gresik terletak di sebelah barat laut Kota Surabaya, ibu kota Provinsi Jawa Timur. Pusat pemerintahan Kabupaten Gresik yaitu Kecamatan Gresik berada 20 km sebelah utara Kota Surabaya. Secara geografis, wilayah Kabupaten Gresik terletak antara

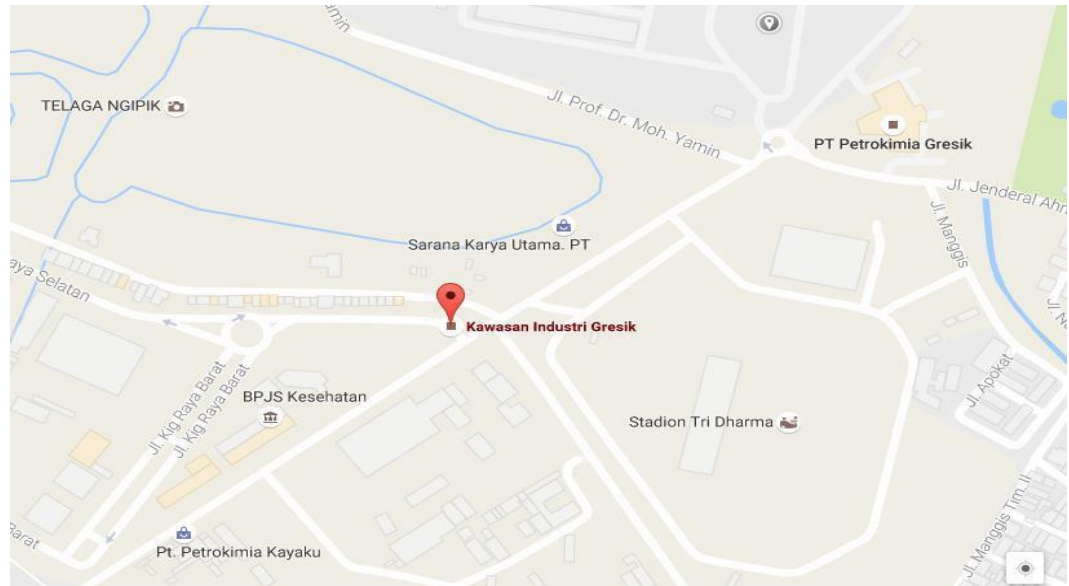
112° sampai 113° Bujur Timur dan 7° sampai 8° Lintang Selatan dan merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 sampai 12 meter di atas permukaan air laut, kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter di atas permukaan laut. Topografi daerah Gresik cenderung landai dan secara umum daerah ini termasuk dalam zona gempa 3 (dari skala 1 sampai 3).

#### **f. Sarana dan Prasarana Umum**

Pendirian pabrik juga perlu mempertimbangkan sarana dan prasarana seperti jaringan telekomunikasi dan fasilitas lainnya yang sudah tersedia di kawasan Gresik

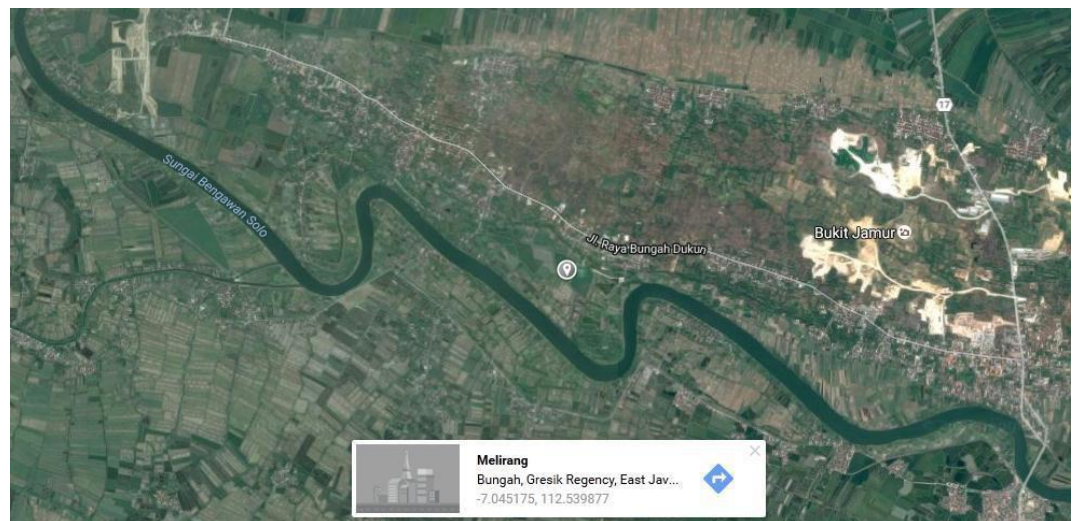
Daerah Gresik sendiri memiliki berbagai fasilitas umum yaitu:

- Fasilitas Kesehatan : Puskesmas Rawat Inap Bungah Gresik
- Fasilitas Keamanan : Kantor Polisi Kecamatan Bungah
- Fasilitas Akomodasi : Pasar Kraton, Bank Kantor Cabang Bungah
- Fasilitas Pemondokan : Beragam Perumahan di Kecamatan Bungah



Gambar 7. 1 Peta Jawa Timur

Sumber: Google Map, 2025



Gambar 7. 2 Lokasi Pabrik

Sumber: Google Map, 2025



## 7.2. Tata Letak Pabrik

Letak (*layout*) alat dan bangunan pabrik merupakan hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan pabrik. Tata letak pabrik dirancang sedemikian sehingga aliran material dapat berjalan dengan baik dan bersifat ekonomis. Kecelakaan kerja, biaya perawatan, jumlah orang yang mengoperasikan pabrik, biaya operasi, biaya konstruksi, dan biaya yang dibutuhkan di masa depan jika pabrik tersebut akan diperbesar dapat dioptimalkan dengan perancangan tata letak pabrik yang baik. Adapun tujuan dari pengaturan tata letak pabrik adalah untuk menjamin kelancaran proses produksi dengan baik dan efisien, menjaga keselamatan kerja para karyawannya dan menjaga keamanan dari pabrik itu sendiri.

Jalannya aliran proses dan aktivitas dari para pekerja yang ada merupakan dasar pertimbangan dalam pengaturan bangunan-bangunan dalam suatu pabrik, sehingga proses dapat berjalan efektif. Dalam pengaturan tata letak pabrik ini perlu mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut:

- 1) Kemudahan dalam proses dan proses yang disesuaikan dengan kemudahan dalam pemeliharaan peralatan serta kemudahan mengontrol hasil produksi dan jalannya proses.
- 2) Distribusi sarana penunjang (utilitas) yang tepat dan ekonomis.
- 3) Keselamatan dan keamanan kerja karyawan.
- 4) Memberikan kebebasan bergerak yang cukup leluasa diantara peralatan yang menyimpan bahan- bahan berbahaya.

- 5) Masalah pembuangan limbah pabrik agar tidak mengganggu lingkungan dan tidak menimbulkan polusi.
- 6) Adanya perluasan pabrik di masa yang akan datang.
- 7) Pengaturan jalan, bangunan, dan tata lingkungan yang ada.

Berdasarkan pertimbangan faktor-faktor tersebut, maka pengaturan tata letak pabrik *glyphosate* direncanakan sebagai berikut:

### **1. Area Proses**

Area proses merupakan pusat kegiatan proses produksi *glyphosate*. Daerah ini diletakkan pada lokasi yang memudahkan suplai bahan baku dari tempat penyimpanan dan pengiriman produk ke area penyimpanan produk serta mempermudah pengawasan dan perbaikan alat-alat. Pada area proses terdapat ruang kontrol yang akan mengontrol jalannya proses.

### **2. Area Penyimpanan**

Area penyimpanan merupakan tempat penyimpanan bahan baku dan produk yang dihasilkan. Penyimpanan bahan baku dan produk diletakkan di daerah yang dijangkau oleh peralatan pengangkutan.

### **3. Area Pemeliharaan dan Perbaikan**

Area ini merupakan lokasi untuk melakukan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan peralatan pabrik berupa bengkel teknik dan gudang teknik. Daerah ini diletakkan di luar daerah proses karena adanya aktifitas di dalam bengkel yang dapat berakibat fatal bagi jalannya proses.

#### **4. Area Laboratorium**

Area ini merupakan lokasi untuk melakukan analisis terhadap kualitas bahan baku yang akan digunakan dan produk yang dihasilkan, serta melakukan penelitian dan pengembangan terhadap produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, daerah ini diletakkan dekat dengan daerah proses.

#### **5. Area Utilitas**

Area ini merupakan lokasi untuk menyediakan keperluan yang menunjang jalannya proses, berupa penyediaan air, penyediaan listrik dan penyediaan bahan bakar.

#### **6. Area Perkantoran**

Area ini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik sehari-hari, baik untuk kepentingan dalam pabrik maupun luar pabrik. Daerah ini mencakup ruang serba guna.

#### **7. Area Fasilitas Umum**

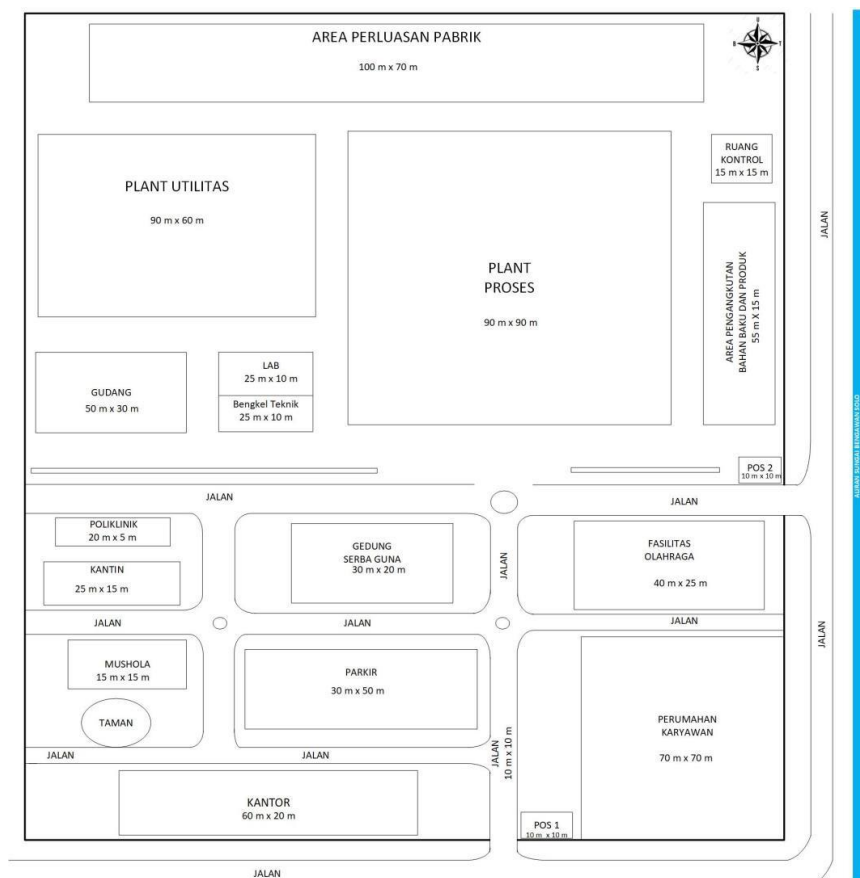
Area ini terdiri dari kantin, mushola, klinik dan lapangan parkir. Daerah ini diletakkan sedemikian rupa sehingga waktu perjalanan yang diperlukan oleh karyawan antar gedung dapat seminimal mungkin.

## 8. Area Perluasan

Area ini dimaksudkan untuk persiapan perluasan pabrik dimasa yang akan datang. Perluasan pabrik dilakukan karena peningkatan kapasitas produksi akibatnya adanya peningkatan produk.

## 9. Pos Keamanan

Pos kewanman dapat diletakkan pada pintu masuk dan pintu keluar. Pos keamanan ini diperlukan agar keamanan pabrik dapat terjaga. Gambar tata letak pabrik dapat dilihat pada Gambar 7.3.



Gambar 7. 3 Tata Letak Pabrik

### 7.3. Tata Letak Peralatan

Pabrik direncanakan didirikan diatas tanah seluas 35.000 m<sup>2</sup> dengan rincian pada table 7.1:

Tabel 7. 1. Perincian Luas Area Pabrik *Glyphosate*

No	Bangunan	Total Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos Keamanan	200
2	Kantor Utama	1.200
3	Area Olahraga	1.000
4	GSG	600
5	Musholla	225
6	Kantin	375
7	Poliklinik	100
8	Gudang	1.500
9	Ruang Kontrol	225
10	Bengkel	250
11	Laboratorium	250
12	Area Parkir	1.500
13	Jalan dan Taman	500
14	Area Utilitas	5.400
15	Area Proses	8.100
16	Perumahan Karyawan	4.900
17	Area Perluasan	7.000
<b>Total</b>		<b>33.325</b>

Mode operasi yang digunakan dalam pabrik ini adalah kontinyu. Letak peralatan proses didasarkan dari fungsi peralatan tersebut dan urutannya dalam proses produksi agar lebih efisien. Ukuran peralatan perlu diperhatikan dalam rangka menyederhanakan konstruksi pabrik sehingga tidak boros lahan dan konstruksi. Sifat bahan yang diolah berpengaruh terhadap tata letak pabrik karena bahan kimia yang berbahaya harus mendapat penanganan khusus. Penentuan skema tata letak peralatan di dalam pabrik dilakukan dengan memperhitungkan faktor-faktor berikut ini:

## 1. Arah Angin

Penempatan peralatan proses harus memperhatikan arah angin. Semua peralatan yang melibatkan zat-zat yang berbahaya dan mudah terbakar harus diletakkan di daerah yang searah dengan arah angin sehingga apabila terjadi kebocoran, angin tidak akan membawa zat tersebut ke seluruh pabrik di mana zat tersebut dapat tersulut dan terbakar. Fasilitas lain seperti perkantoran, *control room*, kantin, tempat ibadah, laboratorium, gudang, dan tempat parkir diletakkan di daerah yang berlawanan dengan arah angin sebab di fasilitas ini paling banyak terdapat orang.

## 2. Penempatan Alat

Peralatan proses perlu digabung menjadi unit proses untuk mengurangi penggunaan sumber daya manusia sebagai tenaga kerja di pabrik. Selain itu, *control room* perlu diletakkan pada suatu tempat strategis, di mana operator dapat memantau semua area pabrik dari dalam *control room*.

Letak tiap alat diusahakan agar dapat memberikan keleluasaan bergerak pada para pekerja dalam melaksanakan aktifitas produksi. Selain itu, alat-alat tersebut hendaknya diletakkan pada posisi yang tepat dan cukup mudah untuk dijangkau dan terdapat ruang antara disekitar peralatan untuk memudahkan pekerjaan operator.

Kemudahan pemeliharaan alat juga menjadi pertimbangan yang penting dalam menempatkan alat-alat proses. Hal ini dikarenakan pemeliharaan alat merupakan hal yang penting untuk menjaga alat beroperasi sebagaimana mestinya, dan supaya peralatan dapat berumur panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang

cukup untuk memperbaiki jika terjadi kerusakan maupun untuk membersihkan peralatan.

### **3. Jarak Antar Alat**

Penentuan jarak pisah antar peralatan ditentukan berdasarkan tingkat bahaya yang dimiliki masing-masing peralatan dan kemudahan pengoperasian. Penentuan jarak pisah ini mengikuti aturan/kaidah *center for chemical process safety* (CCPS).

### **4. Elevasi Alat**

Sebaiknya suatu alat diletakkan di dasar, kecuali ada alasan khusus untuk menempatkannya pada elevasi (ketinggian) tertentu. Hal ini disebabkan oleh biaya konstruksi untuk menaikkan elevasi suatu alat atau membuat pabrik yang bertingkat jauh lebih besar dibandingkan jika semua peralatan ditempatkan di dasar. Selain itu, hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah aspek keselamatan yang memerlukan perhatian lebih apabila kemungkinan terjadi bahaya kebakaran, ledakan, maupun gempa bumi.

### **5. Perawatan (*Maintenance*)**

Biaya perawatan peralatan proses relatif besar di industri kimia. Untuk memudahkan perawatan pabrik, hal-hal yang perlu dipertimbangkan:

#### **6. *Vertical clearance***

Bangunan dibuat dengan tinggi maksimal 30 m dari tanah untuk memudahkan perawatan. Tinggi yang cukup besar ini memungkinkan crane untuk dapat masuk dan memindahkan peralatan berat yang perlu diperbaiki oleh *off site*.

#### **7. *Horizontal clearance***

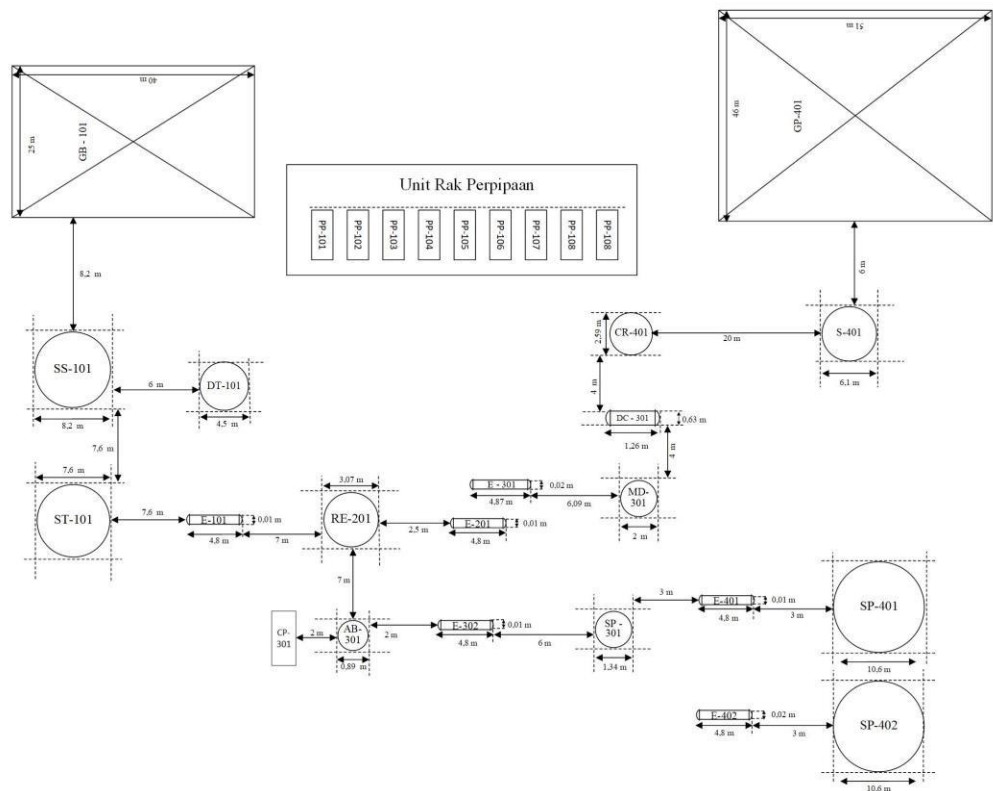
Jalan harus dibuat cukup lebar sehingga trailer dapat masuk, terutama pada pengangkutan peralatan proses yang tidak dibangun pada *on site*.

#### **8. Faktor Keamanan**

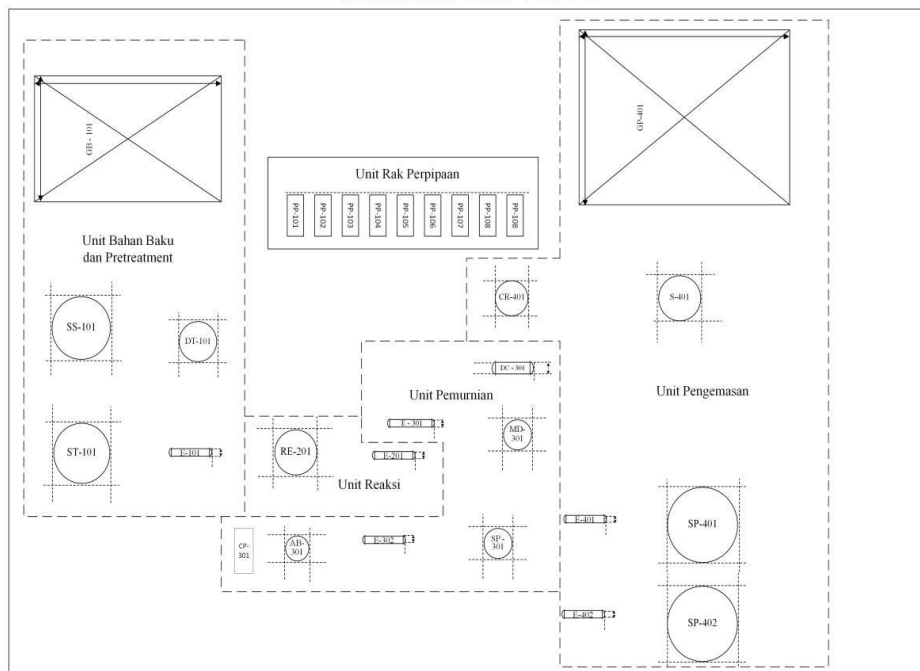
Alat-alat yang beroperasi pada temperatur tinggi perlu diisolasi untuk memperkecil resiko terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan pada karyawan, seperti kebakaran, ledakan atau kebocoran dari peralatan dalam suatu pabrik. Selain itu perlu dibangun 2 pintu keluar (pintu utama dan pintu darurat). Hal ini akan memudahkan para karyawan untuk menyelamatkan diri bila terjadi kecelakaan.



## TATA LETAK UNIT PROSES



## TATA LETAK UNIT PROSES



Gambar 7. 4 Tata Letak Alat Proses

#### **7.4. Plant Road**

Pabrik glyphosate ini merupakan pabrik yang tidak terlalu besar, yang dapat terlihat dari kapasitas produksinya sekitar 45.000 ton/tahun. Untuk itu, jalan di dalam pabrik akan dibuat dengan lebar jalan sebesar 6 meter. Hal itu diambil dengan pertimbangan mobil box dan mobil pribadi yang akan sering keluar masuk dalam lingkungan pabrik. Di sepanjang sisi jalan pabrik juga terdapat selokan (*sewer*) yang nantinya akan mempunyai lebar dan kedalaman 0,5 meter. Di atas selokan akan dilengkapi dengan teralis penutupnya. Hal itu dilakukan agar nantinya tidak ada karyawan pabrik yang terperosok ke dalamnya.

## **BAB VIII**

### **SISTEM MANAJEMEN DAN OPERASI PERUSAHAAN**

Keberhasilan suatu perusahaan sangat bergantung pada bentuk dan struktur organisasinya. Sistem pengelolaan (manajemen) organisasi perusahaan bertugas untuk mengatur, merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan perusahaan dengan efektif dan efisien. Selain itu, untuk mendapatkan profit yang optimal juga harus didukung oleh pembagian tugas dan wewenang yang jelas dari setiap personil yang terlibat dalam perusahaan. Oleh karena itu, untuk kelancaran jalannya perusahaan diperlukan pemilihan bentuk dan sistem manajemen organisasi yang sesuai dengan kapasitas dan tujuan perusahaan.

#### **8.1. *Project Master Schedule***

Untuk mendirikan pabrik *glyphosate* akan dilakukan melalui beberapa tahapan yang antara lain yaitu:

##### **a. Pembebasan Lahan dan Perizinan Pendirian Pabrik**

Tahap ini merupakan tahap pembebasan lahan yang akan dijadikan tempat untuk mendirikan pabrik. Setelah pembebasan lahan berhasil dilakukan, tahap selanjutnya yaitu perolehan izin pendirian pabrik dan tempat pendirian pabrik ke instansi terkait agar usaha yang akan didirikan legal dan tidak akan diganggu gugat oleh pihak manapun.

b. *Engineering*

Tahap ini merupakan tahap penyempurnaan perancangan sehingga bisa direalisasikan sebagai sebuah pabrik. Teknologi peralatan yang dipilih adalah yang paling efektif dan kompatibel dengan lingkungan.

c. *Procurement*

Tahap ini merupakan tahap pemilihan supplier peralatan, material pabrik beserta kantor yang paling sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan. Pemilihan supplier akan dilakukan secara *open tender*. Setelah itu dilakukan pembelian semua peralatan pabrik pada supplier tersebut dan dilakukan pengontrolan terhadap peralatan yang dibeli agar sesuai dengan perjanjian pembelian sebelumnya.

d. *Connstruction*

Tahap ini merupakan tahap pendirian pabrik, kantor, dan rumah susun. Tahap *engineering*, *procurement*, dan *construction* biasa disebut EPC. Untuk tahap EPC akan dipilih kontraktor EPC dari dalam negeri.

e. *Precommissioning*

Tahap ini merupakan tahap pengetesan semua peralatan pabrik oleh supervisi dari para ahli *engineering* sehingga pada saat dioperasikan nantinya akan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Melalui beberapa pengetesan tersebut akan didapatkan beberapa *puch list* yang akan diserahkan kepada kontraktor untuk segera diperbaiki.

f. *Commissioning*


Tahap ini merupakan tahap persiapan start up pabrik setelah dilakukan beberapa perbaikan oleh kontraktor. Ada dua tahap commissioning yaitu dry test dan wet test. Dry test dilakukan pada serangkaian alat yang tidak menggunakan cairan. Sedangkan wet test dilakukan pada serangkaian alat yang menggunakan cairan.

g. *Start-up Operation*

Setelah semua test dijalankan dan tidak ada kerusakan ataupun kesalahan, *start up* dapat segera dijalankan. *Start-up Operation* harus dilakukan sesuai prosedur yang telah ditetapkan.

Tabel 8. 1 Project Master Schedule of Glyphosate Plant

	Kegiatan	Triwulan			
	Perizinan Pendirian Pabrik dan Pembebasan Lahan				
	<i>Engineering</i>				
	<i>Procurement</i>				
	<i>Construction</i>				
	<i>Precommissioning</i>				
	<i>Commissioning</i>				
	<i>Start-up Operation</i>				

Keterangan:  = Waktu pelaksanaan

## **8.2. Bentuk Perusahaan**

Perusahaan adalah suatu unit kegiatan ekonomi yang diorganisasikan dan dioperasikan untuk menyediakan barang dan jasa bagi konsumen agar memperoleh keuntungan. Sistem pengelolaan (manajemen) organisasi perusahaan bertugas untuk mengatur, merencanakan, melaksanakan, dan mengendalikan perusahaan dengan efektif dan efisien. Selain itu, untuk mendapatkan profit yang optimal juga harus didukung oleh pembagian tugas dan wewenang yang jelas dari setiap personil yang terlibat dalam perusahaan. Oleh karena itu, untuk kelancaran jalannya perusahaan diperlukan pemilihan bentuk dan sistem manajemen organisasi yang sesuai dengan kapasitas dan tujuan perusahaan. Perusahaan atau badan usaha dapat dibedakan sebagai berikut:

### **1. Perusahaan Perseorangan**

Perusahaan Perseorangan yaitu badan usaha yang didirikan, dimiliki, dan dimodali oleh satu orang. Pemilik juga bertindak sebagai pemimpin. Pemilik bertanggung jawab penuh atas segala hutang/kewajiban perusahaan dengan seluruh hartanya, baik yang ditanamkan pada perusahaan maupun harta pribadinya.

### **2. Perusahaan Firma**

Perusahaan Firma yaitu badan usaha yang didirikan dan dimiliki oleh beberapa orang dengan memakai satu nama (salah satu anggota atau nama lain) untuk kepentingan bersama. Semua anggota firma bertindak sebagai pemimpin perusahaan dan bertanggung jawab penuh atas segala

kewajiban/hutang firma dengan seluruh hartanya, baik harta yang ditanamkan pada perusahaan maupun harta pribadinya.

### 3. Perusahaan Komonditer

Perusahaan Komanditer yaitu badan usaha yang didirikan oleh dua orang atau lebih dimana sebagian anggotanya duduk sebagai anggota aktif dan sebagian yang lain sebagai anggota pasif. Anggota aktif yaitu anggota yang bertugas mengurus, mengelola, dan bertanggung jawab atas maju mundurnya perusahaan. Anggota aktif bertanggung jawab penuh atas kewajiban perusahaan dengan seluruh harta bendanya, baik yang ditanamkan pada perusahaan maupun harta pribadinya. Sedangkan anggota pasif yaitu anggota yang hanya berperan memasukkan modalnya ke perusahaan.

### 4. Perseroan Terbatas (PT)

Perseroan Terbatas yaitu badan usaha yang modalnya didapatkan dari penjualan saham. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT. Setiap pemegang saham memiliki tanggung jawab pada sejumlah modal yang ditanamkan pada perusahaan dan setiap pemegang saham adalah pemilik perusahaan. Bentuk usaha ini memiliki kapabilitas untuk dapat memiliki, mengatur, dan mengolah kekayaannya sendiri serta dapat mengumpulkan modal secara efektif.

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik *glyphosate* ini adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan bidang usahanya adalah produksi *glyphosate* dan berlokasi di Gresik, Jawa Timur.

- Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri *Glyphosate*
- Lokasi Perusahaan : Gresik – Jawa Timur

Alasann dipilihnya bentuk Perseroan Terbatas berdasarkan atas beberapa faktor :

1. Mudah mendapatkan modal dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta *staffnya* yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Lapangan usaha lebih luas karena suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, manajer beserta *staff-nya* dan karyawan perusahaan.
5. Kepemilikan dapat berganti-ganti dengan jalan memindahkan hak milik dengan cara menjual saham kepada orang lain.
6. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris dan Direktur Utama yang cakap dan berpengalaman.



### 8.3. Struktur Organisasi Perusahaan

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain adalah perumusan tujuan perusahaan jelas, pendelegasian wewenang pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Berdasarkan pedoman tersebut maka akan diperoleh struktur organisasi yang baik, yang salah satunya sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri dari orang-orang ahli dibidangnya. *Staff* ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Bagan struktur organisasi dapat dilihat pada Gambar 8.1. Ada dua kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line and staff* ini, yaitu :

- a. Sebagai staff yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

- b. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

Sistem organisasi ini mempunyai kelebihan antara lain:

1. Dapat digunakan dalam organisasi skala besar dengan susunan organisasi yang kompleks dan pembagian tugas yang beragam.
2. Dapat menghasilkan keputusan yang logis dan sehat karena adanya pegawai yang ahli.
3. Lebih mudah dalam pelaksanaan pengawasan dan pertanggung jawaban.
4. Cocok untuk perubahan yang cepat (rasionalisasi dan promosi).
5. Memungkinkan konsentrasi dan loyalitas tinggi terhadap pekerjaan.

Manfaat adanya struktur organisasi sebagai berikut :

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

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris yang dipimpin oleh Presiden Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan Direktur Utama dibantu oleh Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum, dimana Direktur Produksi membawahi bagian teknik

dan produksi. Sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membawahi bagian pemasaran, keuangan, dan umum. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh Kepala Seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dan masing-masing Kepala Regu akan bertanggung jawab kepada kepala pengawas pada masing-masing seksi.

Dalam struktur organisasi perusahaan, setiap bawahan hanya mempunyai satu garis tanggung jawab kepada atasannya dan setiap atasan hanya memiliki satu garis komando kepada bawahannya.

#### **8.4. Tugas dan Wewenang**

Secara khusus badan usaha Perseroan Terbatas diatur dalam Undang-Undang No.40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas (PT), yang secara efektif berlaku sejak tanggal 16 Agustus 2007. Adapun tugas dan wewenang dari organ-organ PT adalah :

##### **1. Pemegang Saham**

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

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.

- b. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Direksi.
- c. Mengesahkan hasil-hasil serta neraca perhitungan untung-rugi tahunan dari perusahaan.

## 2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

- a. Menilai dan menyetujui rencana Direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direktur.
- c. Membantu Direktur Utama dalam tugas-tugas yang penting

## 3. Dewan direksi

### a. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Manajer Produksi dan Manajer Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

- Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan.
- Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).
- Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

b. *Staff Ahli*

*Staff* ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. *Staff* ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama.

Tugas dan wewenang *Staff Ahli* meliputi:

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

c. *Direktur*

Secara umum tugas Direktur adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai

dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Direktur yang terdiri dari Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Komersil serta Direktur SDM dan Umum bertanggung jawab kepada Direktur Utama.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

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

Tugas Direktur Komersial antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pemasaran dan distribusi produk.
- Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala manager-manager yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur SDM dan Umum antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang SDM karyawan dan pelayanan umum.
- Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### d. Manager

Secara umum tugas Manager adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Manager yang terdiri dari Manager Keuangan dan Manager Pemasaran dan Distribusi bertanggung jawab kepada Direktur Komersial.

Tugas Manager Keuangan antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Komersial dalam bidang keuangan, yang meliputi anggaran dan analisa keuangan, perbendaharaan pajak dan asuransi serta akutansi.
- Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Manager Pemasaran dan Distribusi antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Komersial dalam bidang pemasaran dan distribusi.
- Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### e. 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 bertanggung jawab kepada Direktur atau Manager sesuai dengan bagiannya masing-masing. Kepala Bagian terdiri dari:

### 1) Kepala Bagian Produksi

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

#### 1. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses adalah memimpin Seksi Proses dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi:

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- Mengawasi jalannya proses dan produksi.

#### 2. Kepala Seksi *Quality Control* dan Laboratorium

Tugas Kepala Seksi *Quality Control* dan Laboratorium adalah memimpin Seksi *Quality Control* dan Laboratorium dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi:

- Mempertinggi mutu suatu produk dan mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat.
- Memperbaiki proses dari pabrik/perencanaan alat untuk pengembangan produksi.
- Mempertinggi efisiensi kerja.
- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.



### 3. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian adalah memimpin Seksi Pengendalian dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan kerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

### 4. Kepala Seksi Gudang

Tugas Kepala Seksi Gudang adalah memimpin Seksi Gudang dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi pengontrolan persediaan bahan baku dan produk.

## 2) Kepala Bagian Pemeliharaan dan Utilitas

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang pemeliharaan peralatan dan utilitas. Kepala Bagian Pemeliharaan dan Utilitas membawahi:

### 1. Kepala Seksi Utilitas dan Pengolahan Limbah

Tugas Kepala Seksi Utilitas dan Pengolahan Limbah adalah memimpin Seksi Utilitas dan Pengolahan Limbah dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi pelaksanaan dan pengaturan sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, dan tenaga listrik. Selain itu juga mengawasi, mengolah dan menganalisa limbah buangan pabrik.

### 2. Kepala Seksi *Maintenance*

Tugas Kepala Seksi *Maintenance* adalah memimpin Seksi *Maintenance*

dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi:

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki peralatan pabrik.

### 3) Kepala Bagian Perencanaan Teknik

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang perancangan proses produksi. Kepala Bagian Perencanaan Teknik membawahi Kepala Seksi Perencanaan Teknik. Tugas Kepala Seksi Perencanaan Teknik antara lain memimpin Seksi Perencanaan Teknik dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi perencanaan dan perluasan produksi.

### 4) Kepala Bagian Keuangan

Kepala Bagian Keuangan bertanggung jawab kepada Manajer Keuangan dalam bidang administrasi dan keuangan. Kepala Bagian Keuangan membawahi :

#### 1. Kepala Seksi Anggaran dan Analisis Keuangan

Tugas Kepala Seksi Anggaran dan Analisis Keuangan adalah memimpin Seksi Anggaran dan Analisis Keuangan dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi:

- Mengetahui harga alat dan bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat.
- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.

## 2. Kepala Seksi Perbendaharaan Pajak dan Asuransi.

Tugas Kepala Seksi Perbendaharaan Pajak dan Asuransi adalah memimpin Seksi Perbendaharaan Pajak dan Asuransi dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi pembukuan pajak dan asuransi.

## 3. Kepala Seksi Akutansi

Tugas Kepala Seksi Akutansi adalah memimpin Seksi Perbendaharaan Akutansi dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi penyelenggaraan pencatatan hutang piutang dan administrasi persediaan kantor dan pembukuan.

## 5) Kepala Bagian Pemasaran dan Distribusi

Kepala Bagian Pemasaran dan Distribusi bertanggung jawab kepada Manajer Pemasaran dan Distribusi dalam bidang pemasaran hasil produksi. Kepala Bagian Pemasaran membawahi Kepala Seksi Pemasaran dan Distribusi. Tugas Kepala Seksi Pemasaran dan Distribusi adalah memimpin Seksi Pemasaran dan Distribusi dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi perencanaan strategi penjualan hasil produksi. Selain itu juga melaksanakan tugasnya yang meliputi perencanaan strategi penyaluran hasil produksi ke tangan konsumen ataupun distributor ditingkat lainnya.

## 6) Kepala Bagian SDM

Kepala Bagian SDM bertanggung jawab kepada Direktur SDM dan Umum dalam bidang kepegawaian dan hubungan masyarakat. Kepala Bagian SDM membawahi :

1. Kepala Seksi Kepegawaian

Tugas Kepala Seksi Kepegawaian adalah memimpin Seksi Kepegawaian dalam melaksanakan tugasnya yang meliputi:

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.

Kepala Bagian Pengadaan bertanggung jawab kepada Direktur SDM dan Umum dalam bidang pengadaan barang-barang ke dalam areal pabrik. Kepala Bagian Pengadaan membawahi Kepala Seksi Perencanaan dan Pengadaan Material. Karena bahan-bahan yang ada di pabrik diproses secara kimia, maka perusahaan menetapkan dasar bagi rekrutmen operator pabrik dengan modal pendidikan minimum adalah SMA. Karena masing-masing operator harus sudah memiliki bekal pengetahuan ilmu kimia yang baru diajarkan oleh sekolah kepada siswa SMA.

Diharapkan dengan bekal ilmu pengetahuan yang sesuai, para karyawan mulai dari tingkat operator mempunyai kesadaran yang tinggi tentang keselamatan kerja dan mengetahui bahaya dari bahan kimia yang dikelola oleh unit kerjanya.

### **8.5. Status Karyawan dan Sistem Penggajian**

Pada pabrik ini sistem penggajian karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

#### **1. Status Karyawan**

Menurut status karyawan, penggolongan dapat dibagi menjadi 3 yaitu sebagai berikut:

##### **a. Karyawan Tetap**

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan SK Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

##### **b. Karyawan Harian**

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

##### **c. Karyawan Borongan**

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

#### **2. Gaji Karyawan**

Menurut gaji karyawan, penggolongan dapat dibagi menjadi 3 yaitu sebagai berikut:

##### **a. Gaji bulanan**

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

b. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c. Gaji lembur

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

### **8.6. Pembagian Jam Kerja Karyawan**

Pabrik *glyphosate* direncanakan beroperasi 330 hari selama satu tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan shutdown. Karyawan yang akan bekerja di pabrik ini akan dibagi kedalam 2 macam kelompok yang mempunyai waktu kerja yang berbeda-beda. Berikut merupakan penjelasan mengenai pembagian kelompok kerja dan waktu kerja di pabrik *glyphosate*:

### 1. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non-Shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan *non-Shift* yaitu Direktur, Staff Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan *non-Shift* dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Jam kerja:

- Hari Senin – Kamis : jam 07.30 - 16.30
- Hari Jumat : jam 07.30 – 17.00

Jam istirahat:

- Hari Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00
- Hari Jumat : jam 11.45 – 13.15

### 2. Karyawan *Shift*

Karyawan *Shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk Karyawan *Shift* antara lain karyawan unit proses, utilitas, laboratorium, sebagian dari bagian teknis, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan *Shift* akan bekerja bergantian dengan pengaturan:

Karyawan Produksi dan Teknik :

- *Shift* pagi : jam 07.00 – 15.00
- *Shift* siang : jam 15.00 – 23.00
- *Shift* malam : jam 23.00 – 07.00

Karyawan Keamanan:

- *Shift* pagi : jam 07.00 – 15.00
- *Shift* siang : jam 15.00 – 23.00
- *Shift* malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk Karyawan *Shift* dibagi dalam 4 regu dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Jadwal kerja masing-masing regu ditunjukkan dalam Tabel. 8.2.

Tabel 8. 2 Jadwal kerja regu shift

TANGGAL															
<i>Shift</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	P	P	P		M	M	M		S	S	S		P	P	P
B	S	S		P	P	P		M	M	M		S	S	S	
C	M		S	S	S		P	P	P		M	M	M		S
D		M	M	M		S	S	S		P	P	P		M	M

TANGGAL															
<i>Shift</i>	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A		M	M	M		S	S	S		P	P	P		M	M
B	P	P	P		M	M	M		S	S	S		P	P	P
C	S	S		P	P	P		M	M	M		S	S	S	
D	M		S	S	S		P	P	P		M	M	M		S

Keterangan :

P = Pagi                      M = Malam  
 S = Siang                      = Libur



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

### 8.7. Jumlah Tenaga Kerja

Sumber daya manusia merupakan salah satu unsur produksi yang berperan penting dalam perencanaan suatu pabrik. Tenaga Kerja dalam pabrik *glyphosate* ini disusun berdasarkan tingkat kedudukan dan jenjang pendidikan dalam organisasi (Tabel 8.3). Untuk menentukan jumlah karyawan pabrik pembuatan *glyphosate* yang berkapasitas 45.000 ton/tahun, digunakan literatur Ulrich, 1984 tabel 6-2. Hal 29. Jumlah karyawan ditentukan dengan cara menghitung jumlah karyawan proses per unit regu, dan rincian karyawan yang lain ditentukan, sehingga kelancaran proses dapat tercapai dengan baik dan efektif. Rincian jumlah karyawan yang bekerja di pabrik *glyphosate* terdapat di Tabel 8.3.

Tabel 8. 3

No.	Alat Proses	Jumlah Alat	Koefisien	Jumlah Operator	Jumlah untuk 4 Shift
1.	<i>Storage Tank</i>	2	0	0	0
2.	<i>Reactor</i>	1	0,2	1	4
3.	<i>Evaporator</i>	1	0,3	1	4
4.	<i>Crystallizer</i>	1	0,2	1	4
5.	<i>Heat Exchanger</i>	2	0,5	1	4
6.	Pompa Proses	7	0	0	0

No.	Alat Proses	Jumlah Alat	Koefisien	Jumlah Operator	Jumlah untuk 4 Shift
7.	<i>Dissolving Tank</i>	1	0,5	1	4
8.	<i>Flare</i>	1	0,5	1	4
9.	<i>Centrifuge</i>	1	0,2	1	4
10.	<i>Rotary Dryer</i>	1	0,5	1	4
11.	<i>Screw Conveyor</i>	4	0,2	1	4
12.	<i>Bucket Elevator</i>	3	0,2	1	4
<b>Total</b>					40

**Utilitas**

No.	Alat Utilitas	Jumlah Alat	Koefisien	Jumlah Operator	Jumlah untuk 4 Shift
1.	<i>Cooling Tower</i>	1	1	1	4
2.	<i>Water Treatment Plant</i>	1	2	2	8
3.	<i>Boiler</i>	1	1	1	4
4.	<i>Electric</i>	1	3	3	12
5.	<i>Water Demin</i>	1	0,5	1	4
6.	<i>Storage Vessel</i>	8	0,2	2	8
7.	Pompa Utilitas	23	0	0	0
<b>Total</b>					40

Penggolongan tenaga kerja yang bekerja di pabrik *glyphosate* terdapat pada tabel 8.4 di bawah ini.

Tabel 8. 4 Penggolongan Tenaga Kerja

No.	Keterangan	Jumlah
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1
3.	Direktur Manajemen dan Keuangan	1
4.	Direktur Sdm dan Umum	1
5.	Staff Ahli	2
6.	Manajer Bagian Produksi	1
7.	Manajer Bagian Teknik	1
8.	Manajer Bagian SDM	1
9.	Manajer Bagian Manajemen	1

No.	Keterangan	Jumlah
10.	Manajer Bagian Keuangan	1
11.	Kepala Sub Divisi Proses	1
12.	Kepala Sub Divisi Litbang	1
13.	Kepala Sub Divisi Lab dan PP	1
14.	Kepala Sub Divisi <i>Maintenance</i>	1
15.	Kepala Sub Divisi Utilitas	1
16.	Kepala Sub Divisi Humas	1
17.	Kepala Sub Divisi Personalia	1
18.	Kepala Sub Divisi Admin dan Kesekretariatan	1
19.	Kepala Sub Divisi Pengadaan dan Pemasaran	1
20.	Kepala Sub Divisi Keuangan dan Akuntansi	1
21.	Karyawan Bagian Proses	40
22.	Karyawan Bagian Litbang	3
23.	Karyawan Bagian Laboratorium	3
24.	Karyawan Bagian PP	4
25.	Karyawan Bagian <i>Maintenance</i>	4
26.	Karyawan Bagian Utilitas	40
27.	Karyawan Bagian Humas	3
28.	Karyawan Bagian Personalia	2
29.	Karyawan Bagian Admin dan Kesekretariatan	2
30.	Karyawan Bagian Pengadaan dan Pemasaran	4
31.	Karyawan Bagian Keuangan dan Akuntansi	4
32.	Satpam	10
33.	Sopir	4
34.	OB	2
35.	<i>Cleaning Service</i>	4
36.	Dokter	1
37.	Paramedis	2
38.	Gudang	3
Total		158

### 8.8. Kesejahteraan Karyawan

Keberhasilan suatu perusahaan tidak hanya bergantung pada penguasa, akan tetapi juga peran aktif dari seluruh karyawannya. Karena itu perlu diciptakan suasana kerja yang nyaman serta hubungan kerja yang harmonis antara pengusaha dan karyawannya. Untuk itu pada pabrik *glyphosate* ini disediakan berbagai fasilitas bagi karyawannya, antara lain:

1. Tunjangan

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

d) Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam

1 tahun.

- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

e) Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang.

f) Pengobatan

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

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan perusahaan.

g) Jaminan Sosial Tenaga Kerja (Jamsostek)

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila karyawannya lebih dari

10 orang atau dengan gaji karyawan Rp. 1.000.000,00 per bulan.

2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kegiatan yang dilakukan dalam rangka kesehatan dan keselamatan kerja antara lain: mengawasi keselamatan jalannya operasi proses, bertanggung jawab terhadap alat-alat keselamatan kerja, bertindak sebagai instruktur safety, membuat rencana kerja pencegahan kecelakaan, membuat prosedur darurat agar penanggulangan kebakaran dan kecelakaan proses berjalan dengan baik, mengawasi kuantitas dan kualitas bahan buangan pabrik agar tidak berbahaya bagi lingkungan.

Dalam proses produksi, pabrik *glyphosate* ini menggunakan bahan baku utama dan bahan baku penunjang yang mempunyai karakter berbeda-beda. Beberapa karakter tersebut berpotensi menimbulkan bahaya. Karena itu diperlukan usaha-usaha khusus agar keamanan dan keselamatan kerja terjamin. Pengetahuan dan peraturan keamanan dan keselamatan kerja diinformasikan secara intensif kepada para karyawan dan setiap orang yang berada di lingkungan pabrik.

Beberapa hal penting mengenai keamanan dan keselamatan kerja di pabrik *glyphosate* ini:

- a. Perusahaan bertanggung jawab terhadap keamanan dan keselamatan kerja di lingkungan pabrik *glyphosate* ini.
- b. Perusahaan menyediakan perlengkapan perlindungan kerja sesuai kebutuhan.
- c. Perusahaan mengikut sertakan seluruh karyawan dalam program

JAMSOSTEK sebagaimana tercantum dalam UU No.3/1992.

- d. Perusahaan memasang rambu-rambu tanda bahaya dan menyusun petunjuk praktis dalam menangani suatu kecelakaan.

Ada beberapa bahaya yang dapat terjadi di lingkungan pabrik *glyphosate* ini, salah satunya adalah bahaya kebakaran. Ada 3 unsur utama yang terlibat dalam proses pembakaran, yaitu bahan bakar, udara, dan panas (berperan sebagai pemicu awal kebakaran). Agar tidak terjadi kebakaran, unsur panas yang harus ditiadakan di lingkungan pabrik, terutama di daerah-daerah yang berpotensi timbul api. Beberapa unsur penyebab timbulnya panas adalah percikan api, nyala api (seperti pemantik dan korek api), listrik, gesekan, dan matahari.

Dalam usahanya mencegah bahaya, pabrik *glyphosate* ini telah membuat peraturan tentang keamanan dan keselamatan kerja. Setiap orang yang akan memasuki lingkungan pabrik *glyphosate* ini, khususnya daerah plant, diwajibkan memakai perlengkapan keselamatan seperti helm, *safety glass*, dan *safety shoes*. Bagi pegawai, pemakaian perlengkapan keselamatan

tambahan seperti *ear plug*, sarung tangan, *face shield*, *chemical suite*, dan *chemical plant* jika bekerja di lingkungan yang mewajibkannya. Sarung tangan disesuaikan dengan kebutuhan. Sarung tangan katun digunakan jika bekerja dengan benda licin, *chemical glove* digunakan jika bekerja dengan bahan kimia, *rubber glove* digunakan jika bekerja dengan listrik, *asbes glove* digunakan jika pekerjaannya melibatkan panas, dan *welder* atau *ladder glove* dipakai jika hendak menangani benda-benda tajam dan percikan api.

Selain perlengkapan keselamatan kerja, setiap karyawan juga diwajibkan mempunyai izin kerja. Tujuannya agar para pegawai mengenal dan dapat meminimalisasi timbulnya bahaya yang mungkin timbul di lingkungan kerjanya. Izin-izin kerja yang terdapat di pabrik glyphosate ini adalah :

- a. *Cold work permit*, merupakan izin untuk bekerja di lingkungan yang tidak menimbulkan api dan panas, termasuk alat-alat yang digunakan.
- b. *Hot work permit*, merupakan izin untuk bekerja di lingkungan yang menggunakan api atau panas.
- c. *Confined space entry permit*, merupakan izin untuk bekerja di ruang tertutup.

Sebelumnya dilakukan pengujian terhadap kandungan gas-gas berbahaya kadar oksigen dalam ruang tersebut.

- d. *Excavation work permit*, merupakan izin untuk melakukan penggalian di lingkungan pabrik dengan kedalaman minimal 1,5 m dari permukaan tanah. Sebelum melakukan penggalian, pekerja harus

memastikan ada tidaknya pipa bawah tanah di dalam daerah yang akan digali dengan membaca skema pabrik.

- e. *Electrical work permit*, merupakan izin untuk melakukan pekerjaan yang berhubungan dengan instalasi listrik yang terpasang di pabrik.
- f. *Vehicle entry permit*, merupakan izin untuk membawa masuk kendaraan ke dalam pabrik. Kendaraan yang diperbolehkan masuk ke dalam pabrik adalah kendaraan diesel (bahan bakar solar) dan harus melalui rute yang ditentukan oleh petugas *safety* atau *supervisor* setempat. Bila perlu, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap gas buang kendaraan.

Selain itu, dilarang membawa peralatan elektronika yang tidak *explosion prove* (seperti handphone, kamera, dan lain-lain). Apabila terjadi kecelakaan, korban yang sakit harus dibawa ke klinik pabrik *glyphosate* ini, sebelum dibawa ke rumah sakit atau sarana kesehatan lain di luar lingkungan pabrik.

## 8.9. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk, jadi dengan mengatur penggunaan faktor - faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar



diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selanjutnya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

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

#### 1. Perencanaan Produksi

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

##### a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemampuann :

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lain dengan menggunakan fasilitas-fasilitas pemasaran yang mudah diakses seperti menggunakan *e-bussines*.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

➤ Material (bahan baku)

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

➤ Manusia (tenaga kerja)

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

➤ Mesin (peralatan)

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

pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

## 2. Pengendalian Produksi

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

### a. Pengendalian kualitas

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

### b. Pengendalian kuantitas

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

### c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian bahan proses

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

## BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

Suatu pabrik layak didirikan jika telah memenuhi beberapa syarat antara lain keamanan terjamin dan dapat mendatangkan keuntungan. Investasi pabrik merupakan dana atau modal yang dibutuhkan untuk membangun sebuah pabrik yang siap beroperasi termasuk untuk *start up* dan modal kerja. Suatu pabrik yang didirikan tidak hanya berorientasi pada perolehan *profit*, tapi juga berorientasi pada pengembalian modal yang dapat diketahui dengan melakukan uji kelayakan ekonomi pabrik.

### 9.1. Investasi

Investasi total pabrik merupakan jumlah dari *fixed capital investment*, *working capital investment*, *manufacturing cost* dan *general expenses*.

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

*Fixed Capital Investment* merupakan biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik secara fisik. FCI terdiri dari biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect Cost*). *Fixed capital investment* pada prarancangan pabrik *glyphosate* ditunjukkan pada Tabel 9.1 berikut ini.

Tabel 9. 1 Fixed Capital Investment

<i>Direct Cost</i>	Jumlah
Biaya pembelian alat	Rp96.611.098.910,72
Biaya pemasangan alat	Rp57.966.659.346,43
Biaya insulasi	Rp9.661.109.891,07
Biaya instrumentasi dan kontrol	Rp38.644.439.564,29

<i>Direct Cost</i>	Jumlah
Biaya perpipaan	Rp77.288.879.128,57
Biaya Instalasi listrik	Rp48.305.549.455,36
Biaya bangunan	Rp48.305.549.455,36
Service Facilities	Rp77.288.879.128,57
Tanah	Rp7.728.887.912,86
Pengembangan lahan	Rp19.322.219.782,14
<b>Total</b>	<b>Rp481.123.272.575,38</b>

<i>Indirect Cost</i>	Jumlah
Biaya teknik dan supervisi	Rp33.678.629.080,28
Konstruksi	Rp24.056.163.628,77
Kontraktor	Rp38.489.861.806,03
Biaya tak terduga	Rp117.607.911.073,98
Plan start-up	Rp37.578.859.159,73
<b>Total</b>	<b>Rp251.411.424.748,79</b>

Maka total FCI adalah = Rp481.123.272.575,38 + Rp251.411.424.748,79  
= Rp732.534.697.324,17

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

WCI industri terdiri dari jumlah total uang yang diinvestasikan untuk stok bahan baku dan persediaan; stok produk akhir dan produk semi akhir dalam proses yang sedang dibuat; uang diterima (*account receivable*); uang tunai untuk pembayaran bulanan biaya operasi, seperti gaji, upah, dan bahan baku; uang terbayar (*account payable*); dan pajak terbayar (*taxes payable*). WCI untuk prarancangan pabrik *glyphosate* adalah Rp129.270.828.939,56.

### 3. *Total Production Cost (TPC)*

Merupakan total biaya produksi glyphosate yang terdiri dari:

#### a. Manufacturing Cost (Biaya Produksi)

Modal digunakan untuk biaya produksi, yang terbagi menjadi tiga macam yaitu biaya produksi langsung, biaya tetap dan biaya tidak langsung. Biaya produksi langsung adalah biaya yang digunakan untuk pembiayaan langsung suatu proses, seperti bahan baku, buruh dan supervisor, perawatan dan lain-lain. Biaya tetap adalah biaya yang tetap dikeluarkan baik pada saat pabrik memproduksi maupun tidak, biaya ini meliputi depresiasi, pajak dan asuransi. Biaya tidak langsung adalah biaya yang dikeluarkan untuk mendanai hal-hal yang secara tidak langsung membantu proses produksi.

Tabel 9. 2 *Manufacturing Cost*

<i>Direct Manufacturing Cost</i>	Jumlah
Bahan baku	Rp257.646.745.562,13
Utilitas	Rp315.218.372.348,43
Pekerja operasi	Rp172.086.306.927,03
Direct supervisory	Rp17.208.630.692,70
Perawatan dan perbaikan	Rp73.253.469.732,42
Operating supplies	Rp10.988.020.459,86
Laboratory charge	Rp34.417.261.385,41
Royalti	Rp17.208.630.692,70
Packaging	Rp2.872.800.000,00
Total	Rp900.900.237.800,67
<i>Fixed Charges</i>	Jumlah
Depresiasi	Rp75.185.691.710,63
Pajak lokal	Rp29.301.387.892,97

Asuransi	Rp7.325.346.973,24
Total	Rp111.812.426.576,84
Plant Overhead	Rp86.043.153.463,51
Total Manufacturing Cost	Rp1.098.755.817.841,02

- *General Expenses* (Biaya Umum)

Tabel 9. 3 *General Expenses*

<i>General Expenses</i>	Jumlah
Biaya administrasi	Rp21.600.000.000,00
Biaya pemasaran dan distribusi	Rp258.129.460.390,54
Biaya riset dan pengembangan	Rp258.129.460.390,54
<i>Finance</i>	Rp86.180.552.626,37
Total	Rp624.039.473.407,45

Tabel 9. 4 Biaya Administratif

Jabatan	Jumlah	Gaji Total/Tahun
Direktur Utama	1	Rp720.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp480.000.000
Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp480.000.000
Staf Ahli	2	Rp648.000.000
Sekretaris Direktur	3	Rp900.000.000
Kepala Bagian	5	Rp1.200.000.000
Kepala Seksi	12	Rp2.448.000.000
Proses	40	Rp5.520.000.000
Utilitas	40	Rp5.040.000.000
Laboratorium dan Pengendalian		Rp456.000.000
Proses	4	
Personalia	2	Rp156.000.000
Humas	3	Rp234.000.000
Pembelian	3	Rp234.000.000
Pemasaran	3	Rp234.000.000
Administrasi	2	Rp156.000.000



Pemeliharaan	2	Rp156.000.000
Litbang	3	Rp234.000.000
Dokter	4	Rp360.000.000
<i>Cleaning Service</i>	6	Rp432.000.000
Paramedis	2	Rp144.000.000
Pesuruh	5	Rp360.000.000
Keamanan	10	Rp720.000.000
Supir	4	Rp288.000.000
<i>Total Administrative Cost</i>	158	Rp21.600.000.000

b. *Total Production Cost (TPC)*

$$TPC = \text{Manufacturing cost} + \text{general expenses}$$

$$= \text{Rp}1.720.863.069.270,26$$

## 9.2. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi atau uji kelayakan ekonomi pabrik *glyphosate* dilakukan dengan menghitung *Return on Investment (ROI)*, *Payout Time (POT)*, *Break Even Point (BEP)*, *Shut Down Point (SDP)*, dan *cash flow* pabrik yang dihitung dengan menggunakan metode *Discounted Cash Flow (DCF)*.

1. *Return On Investment (ROI)*

*Return On Investment* merupakan perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh pertahun didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan (Timmerhaus, hal 298)

Laba pabrik setelah pajak Rp454.610.167.001,22. Pada perhitungan ROI, laba yang diperoleh adalah laba setelah pajak. Nilai ROI pabrik *glyphosate* adalah 59,5%. Berdasarkan Tabel 6.21 hal 254 Vilbrant, 1959 kriteria nilai persen ROI

minimum untuk beragam pabrik adalah:

Tabel 9. 5 *Minimum acceptable percent return on investment*

Industri	Persen <i>Return on Investment</i>					
	Sebelum Pajak			Sesudah Pajak		
	<i>Low</i>	<i>Avr</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Avr</i>	<i>High</i>
<i>Chemical proses</i>	15	30	45	7	15	21
<i>Drugs</i>	25	43	56	13	23	30
<i>Petroleum</i>	18	29	40	12	20	28
<i>Metal</i>	10	17	25	5	9	13

## 2. *Pay Out Time* (POT)

*Pay out time* merupakan waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang diinvestasikan atas dasar keuntungan setiap tahun setelah ditambah dengan penyusutan dan dihitung dengan menggunakan metode linier (Timmerhaus, hal 309). Waktu pengembalian modal pabrik *glyphosate* adalah 1,26 tahun. Angka 1,26 tahun menunjukkan lamanya pabrik dapat mengembalikan modal dimulai sejak pabrik beroperasi. Berdasarkan kriteria maksimal *payback period* (*payout time*) untuk beragam pabrik adalah berdasarkan Tabel 6.21 Vilbrant,1959 dapat dilihat pada Tabel 9.6.

Tabel 9. 6 *Acceptable payout time* untuk tingkat resiko pabrik

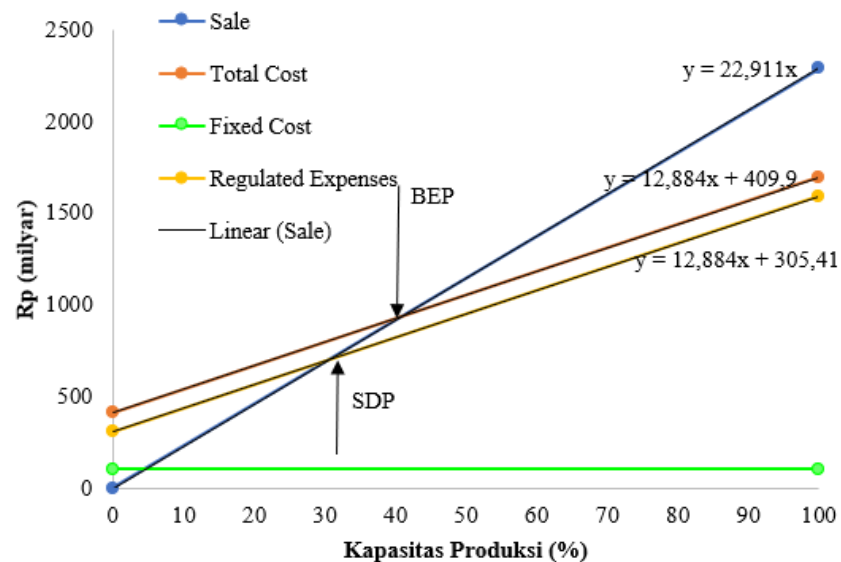
Industri	Persen <i>Return on Investment</i>					
	Sebelum Pajak			Sesudah Pajak		
	<i>Low</i>	<i>Avr</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Avr</i>	<i>High</i>
<i>Chemical proses</i>	6,7	3,3	2,2	14,3	6,7	4,8
<i>Drugs</i>	4,0	2,3	1,8	7,7	4,3	3,3
<i>Petroleum</i>	5,6	3,4	2,5	8,3	5,0	3,6
<i>Metal</i>	10	5,9	4,0	20,0	11,1	7,7

### 3. Break Even Point (BEP)

BEP adalah titik yang menunjukkan jumlah biaya produksi sama dengan jumlah pendapatan. Nilai BEP pada prarancangan Pabrik *glyphosate* ini adalah 41%. Nilai BEP tersebut menunjukkan pada saat pabrik beroperasi 41% dari kapasitas maksimum pabrik 100%, maka pendapatan perusahaan yang masuk sama dengan biaya produksi yang digunakan untuk menghasilkan produk sebesar 44% tersebut.

### 4. Shut Down Point (SDP)

Nilai *Shut Down Point* (SDP) suatu pabrik merupakan level produksi di mana pada kondisi ini lebih baik menutup pabrik daripada mengoperasikannya. Nilai SDP pada prarancangan pabrik *glyphosate* ini adalah 30%, jadi pabrik akan tutup jika beroperasi di 30% dari kapasitas produksi total. BEP dan SDP ditunjukkan grafik analisa ekonomi pada Gambar 9.1



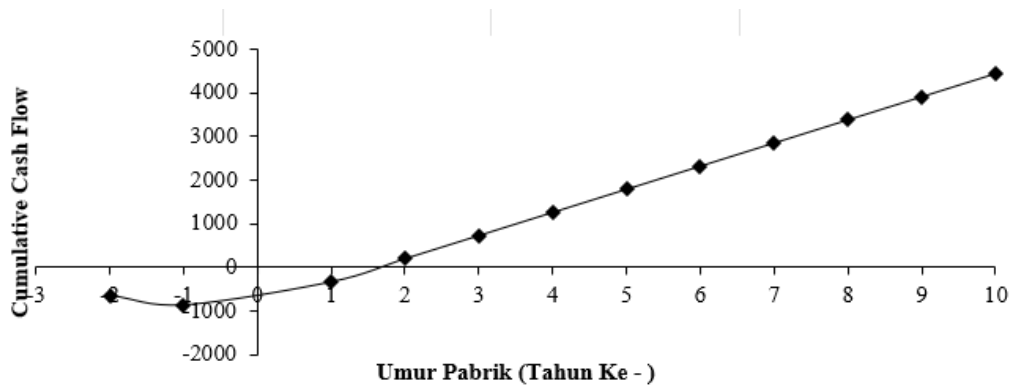
Gambar 9. 1. Grafik Analisa Ekonomi

### 9.3. Angsuran Pinjaman

Total pinjaman pada prarancangan pabrik *glyphosate* ini adalah 25% dari total TCI yaitu Rp215.451.381.566. Angsuran pembayaran pinjaman tiap tahun ditunjukkan pada lampiran E Tabel E.13.

### 9.4. Discounted Cash Flow (DCF)

Metode *discounted cash flow* merupakan analisa kelayakan ekonomi yang berdasarkan aliran uang masuk selama masa usia ekonomi pabrik. Periode pengembalian modal secara *discounted cash flow* ditunjukkan pada Tabel E.13. lampiran E dan kurva *Cummulative Cash Flow* (Gambar 9.2). *Payout time* pabrik *glyphosate* adalah 1,26 tahun dan *internal rate of return* pabrik *glyphosate* adalah 61,03%.



Gambar 9. 2. Kurva *Cummulative Cash Flow*  
(Metode *Discounted Cash Flow*)

Hasil evaluasi atau uji kelayakan ekonomi pabrik *glyphosate* disajikan dalam tabel di bawah ini:

**Tabel 9. 7 Hasil Uji Kelayakan Ekonomi**

No.	Analisa Kelayakan	Persentase (%)	Batasan	Keterangan
1.	ROI	59,5%	25-65%	Layak
2.	POT	1,26 tahun	Maks. 5 tahun	Layak
3.	BEP	41%	30-60%	Layak
4.	SDP	30%	20-30%	Layak
5.	DCF	61,03%	Min. 15%	Layak

## BAB X

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 10.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Glyphosate dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses yang baik digunakan untuk prarancangan pabrik *glyphosate* ini adalah proses N-PMIDA dan  $H_2O_2$ . Hal tersebut ditinjau dari konversi yang dihasilkan, lama reaksi dalam reaktor, dan  $\Delta G^\circ$  Reaksi dengan nilai minus yang menandakan proses tersebut menggunakan energi yang kecil sehingga lebih menguntungkan.
2. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 66% dan sesudah pajak sebesar 53%.
3. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 1,38 tahun dan sebelum pajak 1,14 tahun
4. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 30%, yang mana keduanya sudah memenuhi standar kelayakan.
5. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) sebesar 61,03%, lebih besar dari suku bunga bank saat ini yaitu untuk bank negara 8-12% sedangkan untuk bank swasta

10-14%, sehingga investor akan lebih memilih untuk menanamkan modalnya ke pabrik ini daripada ke bank.

## **10.2. Saran**

Berdasarkan pertimbangan hasil analisis ekonomi di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Prarancangan Pabrik Glyphosate dengan kapasitas 40.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

## DAFTAR PUSTAKA

*Annual Report Industry*, 2015. [www.nurfarm.com](http://www.nurfarm.com). Diakses pada tanggal 20 Oktober 2022 pukul 15.10 WIB.

Anonimous A, 2016. <http://www.sciencelab.com>. Diakses pada tanggal 25 Februari 2023 pukul: 15:36 WIB.

Anonimous B, 2016. <http://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksibi/default.aspx>. Diakses pada tanggal 23 Februari 2023 pukul: 14.00 WIB.

Anonimous C, 2016. *Thermal Oil*. <http://www.cv-ao.com/id/toh.htm>. Diakses pada 02 Desember 2022

Anonimous D, 2016. *Thermal Oil Heater/ Steam Boiler*.  
<http://steamboilerindonesia.blogspot.co.id/2015/12/thermal-oilheater.html>  
 ,2016. Diakses pada 02 Desember 2023 pukul 13.10 WIB.

Anonimous E, 2016. [www.jatimprov.go.id](http://www.jatimprov.go.id). Diakses pada tanggal 26 Oktober 2022 pukul 14:52 WIB.



Anonimous F, 2016. [www.watsonmcdaniel.com](http://www.watsonmcdaniel.com). Diakses pada tanggal 26 Oktober 2022 pukul 17.50 WIB.

Anonimous G, 2016. [www.matches.com](http://www.matches.com). Diakses pada tanggal 14 Desember 2022 pukul 14.37 WIB.

Badan Pusat Statistik, 2022. *Statistic Indonesia*. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Indonesia. Diakses 9 Agustus 2022 pukul: 15:39.

Banchero, Julius T., and Walter L. Badger. 1988. *Introduction to Chemical Engineering*. Mc-Graw Hill. New York.

Brown G.George., 1950. *Unit Operation 6ed*. Wiley & Sons. USA. Brownell Lloyd E. and Young Edwin H., 1959. *Process Equipment Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Cheremisinoff, 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heinemann. USA.

Considine, Douglas M., 1974. *Instruments and Controls Handbook 2nd Edition*. Mc-Graw Hill. USA.

Couper, J.R. and Penney W.R., 2005. *Chemical Process Equipment Selection and Design 2nd Edition*. Elsevier Inc. USA.

Coulson J.M., and Richardson J.F., 1983. *Chemical Engineering Volume 2 5th Edition Particle Technology and Separation Process*. Butterworth-Heinemann. Washington.

- Coulson J.M., and Richardson J.F., 1999. *Chemical Engineering Volume 1 6th edition Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer*. Butterworth-Heinemann. Washington.
- Cox, C., 2004. *Glyphosate. Journal of Pesticide Reform/ Winter 2004*. 24, No. 4.
- Farmer, Richard W. et al, 1999. *Method For The Manufacture of Nphosphonomethyl Glycine From N-Phosphonomethyliminodiacetic Catalytic Carbon. United State Patent No. 5942643*.
- Fields, Donald L., 1991. *Peroxide Process For Producing N-Phosphonomethyl Glycine. United States Patent No. 5043475*.
- Fogler, H. Scott, 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering 4th Edition*. Butterworth-Heinemann. Washington.
- Geankoplis, Christie.J., 1993. *Transport Processes and unit Operation 3th Edition*. Allyn & Bacon Inc. New Jersey.
- Google Map, 2016. [www.gogle.co.id/maps/place/jawatimur](http://www.gogle.co.id/maps/place/jawatimur). Diakses pada tanggal 26 Oktober 2022 pukul 15.35 WIB.
- Himmeblau, David., 1996. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering 6th Edition*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- IMF World Economic Outlook (WEO), 2016. Diakses pada tanggal 27 Desember 2022 pukul 19.00 WIB.

Joshi, M.V., 1981. *Process Equipment Design*. Mc. Millan India Limited. New Delhi, Bombay.

Kern, Donald Q., 1950. *Process Heat Transfer*. Mc-Graw-Hill. New York.

Kern, Donald Q., 1983. *Process Heat Transfer*. Mc-Graw-Hill. New York.

Krvegel et al, 1976. *Process For Producing N-Phosphonomethyl Glycine*. United Stated Patent No.3954848.

Lang, C., 2005. *Glyphosate Herbicide, The Poison From The Skies*. World Rainforest Movement. Maldonado Montevideo. Uruguay.

McCabe W.L. and Smith J.C., 1985. *Operasi Teknik Kimia*. Erlangga. Jakarta.

Mullin J.W., 2001. *Crystallization 4th Edition*. Reed Educational and Professional Publishing Ltd. Oxford, London.

Perry, Robert H., and Don W. Green. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th edition*. McGraw Hill. New York.

Perry, Robert H., and Don W. Green. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th edition*. McGraw Hill. New York.

Powell, S., 1954. *Water Conditioning for Industry*. Mc-Graw Hill Book Company. New York.

Ramon, Martin, 1991. *Preparation of N-Phosphonomethyl Glycine by Oxidation of N-Phosphonomethyl Iminodiacetic Acid*. European Patent Specification

- Rase H.F. and Holmes J.R., 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plant, Vol. 1st, Principles and Techniques*. John Wiley and Sons. New York.
- Reid, C. Robert, 1987. *The Properties of Gases and Liquids 4th Edition*. Mc-Graw Hill, Inc. New York.
- Santosa, Galih. 2013. *Hydrant Water*. GalihSantosa.adhiatma.blog. Diakses pada 26 November 2022 pukul 13.30 WIB.
- Severn, W.H., 1959. *Steam, air, and Gas Power 5th Edition*. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Sinaga, Irmawati, Edia R., dan I Made B., 2009. Kinetika Reaksi Pembuatan Glifosat dari N-PMIDA (*Neophosphonomethyl Iminodiacetic Acid*) dan  $H_2O_2$  dengan Katalisator Pd/ $Al_2O_3$ . Jurnal Rekayasa Proses Vol. 3, No.2. UGM, Yogyakarta.
- Sinnot, R.K., 2005. *Chemical Engineering Design Vol. 6 4th Edition*. Elsevier. UK.
- Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, and Ronald E. West. 1991. *Plant Designan Economic for Chemical Engineering 3thedition*. Mc-Graw Hill Book Company. New York.
- Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, and Ronald E. West. 2002. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th edition*. McGraw-Hill : New York.

- Ulrich, G.D., 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Vilbrant, 1959. *Chemical Engineering Plant Design 4<sup>th</sup> edition*. Mc-Graw Hill. New York.
- Wallas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann. Washington.
- Wazer, Van, 1976. Process For Producing N-Phosphonomethyl Glycine. United States Patent No. 3950402.
- Woodburn, Allan, 2000. *Glyphosate: Production, Pricing, and Use world Wide*. *Pest Management Science* 56: 309-312.
- Yaws, Carl L., 1999. *Handbook of Chemical Compound Data for Process Safety*. Gulf Publishing Company. Houston, Texas.