

**PRARANCANGAN PABRIK GLYPHOSATE
DARI *NEOPHOSPHONOMETHYL IMINODIACETIC ACID*
(N-PMIDA) DAN HIDROGEN PEROKSIDA (H₂O₂)
MENGUNAKAN KATALIS Pd/Al₂O₃ DENGAN KAPASITAS
45.000 TON/TAHUN
(Perancangan Reaktor (RE-201))**

(Tugas Akhir)

Oleh:

TIARA MULIANNIE

1715041016



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**PRARANCANGAN PABRIK *GLYPHOSATE*
DARI *NEOPHOSPHONOMETHYL IMINODIACETIC ACID*
(N-PMIDA) DAN HIDROGEN PEROKSIDA (H₂O₂)
MENGUNAKAN KATALIS Pd/Al₂O₃ DENGAN KAPASITAS
45.000 TON/TAHUN
(Perancangan Reaktor (RE-201))**

Oleh

TIARA MULIANNIE

1715041016

Tugas Akhir

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



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

2023

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK *GLYPHOSATE* DARI *NEOPHOSPHONOMETHYL IMINODIACETIC ACID* (N-PMIDA) DAN HIDROGEN PEROKSIDA (H₂O₂) MENGGUNAKAN KATALIS PD/Al₂O₃ DENGAN KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN (PERANCANGAN REAKTOR (RE-201))

Oleh

TIARA MULIANNIE

Glyphosate merupakan bahan campuran pembuatan herbisida yang digunakan untuk memasmi gulma. Bahan baku yang digunakan adalah *Neophosphonomethyl Iminodiacetic Acid* (N-PMIDA) dan Hidrogen Peroksida (H₂O₂). Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik terdiri dari unit penyediaan air, penyediaan *steam*, penyediaan udara *instrument*, dan pengolahan limbah.

Kapasitas produksi pabrik *Glyphosate* direncanakan sebesar 45.000 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)	= Rp1.864.924.190.975,
<i>Working Capital Investment</i> (WCI)	= Rp438.805.691.994,-
<i>Total Capital Investment</i> (TCI)	= Rp1.952.807.836.189,
<i>Break Even Point</i> (BEP)	= 48,74%
<i>Pay Out Time after Taxes</i> (POT) ^a	= 2,42 tahun
<i>Return on Investment before Taxes</i> (ROI) ^b	= 33%
<i>Return on Investment after Taxes</i> (ROI) ^a	= 27%
<i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	= 31,8%
<i>Shut Down Point</i> (SDP)	= 27,32%

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* (C_2H_5Cl) FROM *NEOPHOSPHONOMETHYL IMINODIACETIC ACID* (N-PMIDA) AND HYDROGEN PEROXIDE (H_2O_2) USED CATALYST Pd/ Al_2O_3 WITH CAPACITY 45.000 TONS/YEAR

(DESIGN OF REACTOR (RE-201))

By

TIARA MULIANNIE

Glyphosate is an admixture of herbicides that used to kill weeds. The raw material used are *Neophosphonomethyl Iminodiacetic acid* (N-PMIDA) and Hydrogen Peroxide (H_2O_2). 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 45.000 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 159 labors.

From the economic analysis is obtained:

<i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	= Rp1.864.924.190.975,-
<i>Working Capital Investment</i> (WCI)	= Rp438.805.691.994,-
<i>Total Capital Investment</i> (TCI)	= Rp1.952.807.836.189,-
<i>Break Even Point</i> (BEP)	= 48,74%
<i>Pay Out Time after Taxes</i> (POT) ^a	= 2,42 tahun
<i>Return on Investment before Taxes</i> (ROI) ^b	= 33%
<i>Return on Investment after Taxes</i> (ROI) ^a	= 27%
<i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	= 31,8%
<i>Shut Down Point</i> (SDP)	= 27,32%

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

Key words: *Glyphosate*, N-PMIDA, Hydrogen Peroxide, Economics.

Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK GLYPHOSATE DARI NEOPHOSPHONOMETHYL IMINODIACETIC ACID (N-PMIDA) DAN HIDROGEN PEROKSIDA (H₂O₂) MENGGUNAKAN KATALIS Pd/Al₂O₃ DENGAN KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN (Tugas Khusus Perancangan Reaktor (RE-201))**

Nama Mahasiswa : **Tiara Muliannie**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1715041016

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik



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

NIP. 196611111994022001

Muhammad Haviz, S.T., M.T.

NIP. 199001282019031015

2. Ketua Jurusan

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

NIP. 197407122000032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Simpardin Br. Ginting, S.T., M.T.**

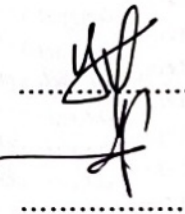


Sekretaris : **Muhammad Haviz, S.T., M.T.**



Penguji

Bukan pembimbing I : **Yuli Darni, S.T., M.T.**



Bukan Pembimbing II : **Donny Lesmana, S.T., M. Sc.**

2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. f.

NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **22 Juni 2023**

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, 14 Juli 2023



Tiara Muliannie

NPM. 1715041016

RIWAYAT HIDUP



Tiara Muliannie, penulis laporan ini dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 14 Januari 2000, putri pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ahmad Barmawi dan Ibu Nuraini.

Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 2 Rawa Laut pada tahun 2011, pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 2 Bandar Lampung pada tahun 2014 dan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 2 Bandar Lampung pada tahun 2017.

Pada tahun 2017, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam berbagai organisasi antara lain sebagai Staff Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung (Himatemia FT Unila) Periode 2018, Sekretaris Departemen Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung (Himatemia FT Unila) Periode 2019 dan Staff Pendidikan dan Keprofesional pada Badan Koordinasi Kegiatan Mahasiswa Teknik Kimia Indonesia (BKKMTKI) Periode 2019.

Pada tahun 2020, penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banjarrejo Lampung Timur dan melakukan Kerja Praktik (KP) di PT Buma Cima Nusantara Pabrik Gula Bungamayang Lampung Utara dengan Tugas Khusus “Kajian Kinerja Evaporator *Clear Juice*”. Pada tahun 2021, penulis melakukan penelitian dengan judul “Proses Adsorpsi logam Fe dalam limbah cair kelapa sawit menggunakan adsorben dari *Coconut Shell* limbah padat kelapa termodifikasi Zeolit Alam Lampung” di Laboratorium Fisika Teknik, Teknik Kimia, Universitas Lampung.

Motto dan Persembahan

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan,
sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah (94): 5-6)

“Belajarlah karena Allah, maka Allah yang akan memberikan
kesempurnaan pengetahuan kepada kita”

(Ustadz Dr. H. Adi Hidayat, Lc., M.A.)

“Tidak ada Kesuksesan Tanpa Kerja Keras”

(Tiara Muliannie)

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.*

Papa dan Mama,

terima kasih atas segalanya, doa, kasih sayang, pengorbanan dan keikhlasannya. Ini hanyalah setitik balasan yang tidak bisa dibandingkan dengan pengorbanan dan kasih sayang kalian selama ini. Terimakasih atas segalanya.

Adik - adikku, terimakasih atas dukungan, doa dan keceriaannya selama ini.

Sahabat-sahabatku,

terimakasih atas dukungan, doa, bantuan dan ketulusannya 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.

Dan tak lupa kupersembahkan kepada Almamaterku tercinta, semoga kelak berguna dikemudian hari.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Glyphosate dari *Neophosphonomethyl Iminodiacetic Acid* (N-PMIDA) dan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) Menggunakan Katalis Pd/ Al_2O_3 dengan Kapasitas 45.000 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.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orangtua, adik-adik serta seluruh keluarga besar atas doa, dukungan, kepercayaan, ketulusan dan semangat yang telah diberikan serta cinta dan kasih sayang yang selalu mengiringi setiap saat.
2. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
3. Ibu Simparmin Br. Ginting. S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasinya dalam penyelesaian tugas akhir. Terima kasih juga telah mengajarkan untuk menjadi insan yang lebih literatif dan teliti.
4. Bapak Muhammad Haviz, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan motivasinya dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu yang diberikan dapat berguna di kemudian hari.
5. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan saran dan kritiknya dalam penyelesaian tugas akhir, serta terima kasih telah mengaktifkan logika dan mengarahkan ke jalan yang benar.
6. Bapak Donny Lesmana S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan saran dan kritiknya dalam penyelesaian tugas akhir, serta terima

kasih telah terus mendorong dan memberikan kemudahan untuk menyelesaikan studi di Teknik Kimia Universitas Lampung.

7. Ibu Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dan motivasi selama masa kuliah.
8. Ibu Lia Lismeri, S.T., M.T. selaku Dosen Penanggung Jawab Mata Kuliah Tugas Akhir.
9. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
10. Fika Merliana teman seperjuangan di tekkim, menjadi pelengkap yang selalu kritis dan menghibur, terima kasih atas kerjasamanya selama ini baik dalam penyelesaian kerja praktek hingga tugas akhir. Terimakasih karena sudah membantu dan terus berjuang untuk meraih gelar S.T. ini. Semoga kita menjadi orang yang sukses di jalannya masing- masing dan bermanfaat bagi banyak orang.
11. Salsabilla Muharani, Rizky Abdillah, Rima Salsabila yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
12. Teman-teman teknik kimia 17 yang menemani perjalanan di tekim selama 6 tahun dari mulai propti, makrab dan semua tahap menyusun tugas akhir ini.
13. Semua pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kalian dengan yang lebih baik dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin.

Bandar Lampung, 13 Juli 2023

Penulis,

Tiara Muliannie

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT.....	iii
COVER DALAM.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	viii
SANWACANA	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kegunaan Produk.....	2
1.3. Ketersediaan Bahan Baku	3
1.4. Analisis Pasar	3
1.5. Lokasi Pabrik	6
BAB II PEMILIHAN PROSES DAN URAIAN PROSES	9
2.1. Jenis-jenis Proses	9
2.2. Pemilihan Proses	11
2.3. Kelayakan Teknis.....	15

2.4. Uraian Proses	23
BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK.....	26
3.1. Bahan Baku	26
3.2. Produk	31
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	34
4.1. Neraca Massa	34
4.2. Neraca Panas	37
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	42
5.1. Spesifikasi Alat Proses.....	42
5.2. Peralatan Utilitas	69
BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....	106
6.1. Unit Penyedia Air.....	106
6.2. Unit Penyedia Panas.....	117
6.3. Unit Pembangkit Tenaga Listrik	117
6.4. Penyediaan Bahan Bakar	118
6.5. Unit Penyediaan Udara Instrumentasi.....	118
6.6. Unit Pengolahan Limbah	118
6.7. Laboratorium.....	120
6.8. Instrumentasi dan Pengendalian Proses	123
BAB VII LOKASI DAN TATA LETAK.....	126
7.1. Lokasi Pabrik	126
7.2. Tata Letak Pabrik	131
7.3. Tata Letak Peralatan.....	134
7.4. Plant Road	139
BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN OPERASI PERUSAHAAN ...	140
8.1. <i>Project Master Schedule</i>	140

8.2. Bentuk Perusahaan	143
8.3. Struktur Organisasi Perusahaan	145
8.4. Tugas dan Wewenang	150
8.5. Status Karyawan dan Sistem Penggajian	159
8.6. Pembagian Jam Kerja Karyawan	160
8.7. Jumlah Tenaga Kerja	163
8.8. Kesejahteraan Karyawan.....	165
8.9. Manajemen Produksi.....	169
BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI.....	173
9.1. Investasi.....	173
9.2. Evaluasi Ekonomi.....	177
9.3. Angsuran Pinjaman	180
9.4. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF).....	180
BAB X KESIMPULAN DAN SARAN.....	182
10.1. Kesimpulan	182
10.2. Saran.....	183
DAFTAR PUSTAKA.....	184
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	
LAMPIRAN E	

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	12
Tabel 2. 2. Kontribusi Gugus Fungsi pada N-PMIDA (C ₅ H ₁₀ NO ₇ P)	16
Tabel 2. 3. Kontribusi Gugus Fungsi pada <i>Glyphosate</i> (C ₃ H ₈ NO ₇ P)	16
Tabel 2. 4. Nilai ΔH°_f dan ΔG° pada Senyawa Lain	16
Tabel 2. 5. Perbandingan Proses Pembuatan <i>Glyphosate</i>	20
Tabel 4. 1. Total Neraca Massa di <i>Dissolving Tank</i> (DT-101)	35
Tabel 4. 2. Neraca Massa di Reaktor (RE-201)	35
Tabel 4. 3. Neraca Massa Distilasi (DC-301)	35
Tabel 4. 4. Neraca Massa <i>Decanter</i> (DC-301)	36
Tabel 4. 5. Neraca massa <i>Crystalizer</i> (CR-401)	36
Tabel 4. 6. Neraca Massa Absorber (AB-301)	36
Tabel 4. 7. Neraca massa Stripper (SP-301)	37
Tabel 4. 8. Neraca Energi di <i>Dissolving Tank</i> (DT-101)	37
Tabel 4. 9. Neraca panas <i>Heat Exchanger</i> (E-101)	37
Tabel 4. 10. Neraca Panas Reaktor (RE-101)	38
Tabel 4. 11. Neraca panas <i>Heat Exchanger</i> (E-102)	38
Tabel 4. 12. Neraca panas Menara Distilasi (DC – 301)	38
Tabel 4. 13. Neraca panas E-301	39
Tabel 4. 14. Neraca Energi di <i>Crystallizer</i>	39

Tabel 4. 15. Neraca panas di <i>absorber</i> (AB-301).....	39
Tabel 4. 16. Neraca panas <i>Stripper</i> (SR-301).....	39
Tabel 4. 17. Neraca panas pada <i>Heat Exchanger</i> (E-302).....	40
Tabel 4. 18. Neraca panas pada <i>Heat Exchanger-401</i> (E-401).....	40
Tabel 4. 19. Neraca panas pada <i>Heat Exchanger-402</i> (E-402).....	41
Tabel 5. 1. Spesifikasi Gudang Bahan Baku N-PMIDA (GB – 101)	42
Tabel 5. 2. Spesifikasi Gudang Katalis Pd/Al ₂ O ₃ (GB – 102).....	42
Tabel 5. 3. Spesifikasi Alat <i>Silo Storage</i> (SS-101).....	43
Tabel 5. 4. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-101).....	44
Tabel 5. 5. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-101)	44
Tabel 5. 6. Spesifikasi Dissolving Tank (DT-101).....	45
Tabel 5. 7. Spesifikasi <i>Storage</i> Tangki H ₂ O ₂ (ST-301).....	46
Tabel 5. 8. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (E-101)	47
Tabel 5. 9. Spesifikasi Reaktor <i>Fixed Bed Multitube</i> (RE–201).....	48
Tabel 5. 10. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (E-201)	49
Tabel 5. 11. Spesifikasi <i>Distillation Coloumn</i> (DC-301).....	49
Tabel 5. 12. Spesifikasi <i>Reboiler</i> (RB-301).....	50
Tabel 5. 13. Spesifikasi <i>Condensor</i> (CD-301).....	51
Tabel 5. 14. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (E-301)	52
Tabel 5. 15. Spesifikasi Alat <i>Decanter</i> (DC-301).....	52
Tabel 5. 16. Spesifikasi Alat <i>Crystallizer</i> (CR-401).....	53
Tabel 5. 17. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-401).....	54
Tabel 5. 18. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-401)	55

Tabel 5. 19. Spesifikasi Silo Storage (SS-401).....	56
Tabel 5. 20. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-402).....	56
Tabel 5. 21. Spesifikasi Gudang Produk <i>Glyphosate</i>	57
Tabel 5. 22. Spesifikasi <i>Absorber</i> (AB-301).....	58
Tabel 5. 23. Spesifikasi <i>Stripper</i> (SP-301).....	58
Tabel 5. 24. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (E-302)	59
Tabel 5. 25. Spesifikasi Tangki Larutan Benvyl (ST-301).....	60
Tabel 5. 26. Spesifikasi <i>Compressor</i> (CP-301).....	60
Tabel 5. 28. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (E-401)	61
Tabel 5. 29. Spesifikasi <i>Spheres Tank</i> (SP-301).....	61
Tabel 5. 30. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (E-402)	62
Tabel 5. 31. Spesifikasi <i>Spheres</i> H ₂	63
Tabel 5. 32. Pompa Proses (PP-101).....	63
Tabel 5. 33. Pompa Proses (PP-102).....	64
Tabel 5. 34. Pompa Proses (PP-103).....	65
Tabel 5. 35. Pompa Proses (PP-104).....	65
Tabel 5. 36. Pompa Proses (PP-105).....	66
Tabel 5. 37. Pompa Proses (PP-106).....	67
Tabel 5. 38. Pompa Proses (PP-107).....	67
Tabel 5. 39. Pompa Proses (PP-108).....	68
Tabel 5. 40. Pompa Proses (PP-109).....	69
Tabel 5. 41. Pompa Proses (PP-109).....	70
Tabel 5. 42. Spesifikasi <i>Hot Basin</i> (HB – 401).....	70
Tabel 5. 43. Spesifikasi <i>Cold Basin</i> (CB – 401)	70

Tabel 5. 44. Spesifikasi Tangki Alum (ST-401)	71
Tabel 5. 45. Spesifikasi Tangki Kaporit (ST-402)	72
Tabel 5. 46. Spesifikasi Tangki Soda Kaustik (ST- 403)	73
Tabel 5. 47. Spesifikasi Tangki Air Filter (ST-404)	73
Tabel 5. 48. Spesifikasi Tangki Asam Sulfat (ST-405)	74
Tabel 5. 49. Spesifikasi Tangki Dispersan (ST-406)	75
Tabel 5. 50. Spesifikasi Tangki Inhibitor (ST-407)	76
Tabel 5. 51. Spesifikasi <i>Demin Water Tank</i> (ST-408)	77
Tabel 5. 52. Spesifikasi Tangki Hidrazin (ST-409)	78
Tabel 5. 53. Spesifikasi Tangki Hidrazin (ST-410)	79
Tabel 5. 54. Spesifikasi Klarifier (CF-401).....	80
Tabel 5. 55. Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-401).....	80
Tabel 5. 56. Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-401).....	81
Tabel 5. 57. Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE-401).....	82
Tabel 5. 58. Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE – 501)	83
Tabel 5. 59. Spesifikasi <i>Daerator</i> (DA – 501).....	84
Tabel 5. 60. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 501)	85
Tabel 5. 61. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-502).....	85
Tabel 5. 62. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-503).....	86
Tabel 5. 63. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-504).....	87
Tabel 5. 64. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-505).....	88
Tabel 5. 65. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-506).....	88
Tabel 5. 66. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-507).....	89
Tabel 5. 67. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-508).....	90

Tabel 5. 68. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-509).....	90
Tabel 5. 69. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-510).....	91
Tabel 5. 70. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-511).....	92
Tabel 5. 71. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-512).....	93
Tabel 5. 72. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-513).....	93
Tabel 5. 73. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-514).....	94
Tabel 5. 74. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-515).....	95
Tabel 5. 75. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-516).....	95
Tabel 5. 76. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-517).....	96
Tabel 5. 77. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-518).....	97
Tabel 5. 78. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-519).....	98
Tabel 5. 79. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-520).....	98
Tabel 5. 80. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-521).....	99
Tabel 5. 81. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU 522)	100
Tabel 5. 82. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-523).....	100
Tabel 5. 83. Spesifikasi <i>Boiler</i> (BO-501)	101
Tabel 5. 84. Spesifikasi <i>Blower Steam</i> (BS-501).....	102
Tabel 5. 85. Spesifikasi <i>Compressor</i> (CP-501).....	102
Tabel 5. 86. Spesifikasi <i>Generator set</i> (GS-501).....	102
Tabel 5. 87. Spesifikasi Tangki Bahan Bakar (ST-511).....	103
Tabel 6. 1. Kebutuhan Air Umum.....	107
Tabel 6. 2. Kebutuhan Air Proses	108
Tabel 6. 3. Kebutuhan Air Pendingin	113
Tabel 6. 4. Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian.	124

Tabel 6. 5. Pengendalian Variabel Utama Proses.	124
Tabel 7. 1. Perincian Luas Area Pabrik <i>Glyphosate</i>	135
Tabel 8. 1. <i>Project Master Schedule of Glyphosate Plant</i>	142
Tabel 8. 2. Jadwal kerja regu <i>shift</i>	162
Tabel 8. 3. Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat	163
Tabel 8. 4. Penggolongan Tenaga Kerja	164
Tabel 9. 1. <i>Fixed Capital Investment</i>	174
Tabel 9. 2. <i>Manufacturing Cost</i>	175
Tabel 9. 3. <i>General Expenses</i>	176
Tabel 9. 4. Biaya Administratif.....	176
Tabel 9. 5. <i>Minimum acceptable percent return on investment</i>	178
Tabel 9. 6. <i>Acceptable payout time</i> untuk tingkat resiko pabrik.....	178
Tabel 9. 7. Hasil Uji Kelayakan Ekonomi	181

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Grafik Data Impor <i>Glyphosate</i> di Indonesia	4
Gambar 1. 2. Grafik Data Konsumsi <i>Glyphosate</i> Per Tahun di Indonesia	5
Gambar 2. 1. Diagram Alir Proses Pembuatan <i>Glyphosate</i>	25
Gambar 6. 1. Diagram Alir Pengolahan Limbah.....	108
Gambar 6. 2. Cooling Tower	114
Gambar 6. 3. Diagram Cooling Water System	115
Gambar 7. 1. Peta Jawa Timur.....	130
Gambar 7. 2. Lokasi Pabrik	130
Gambar 7. 3. Tata Letak Pabrik.	134
Gambar 7. 4. Tata Letak Alat Proses	139
Gambar 9. 1. Grafik Analisa Ekonomi.....	179
Gambar 9. 2. Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i>	180

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.

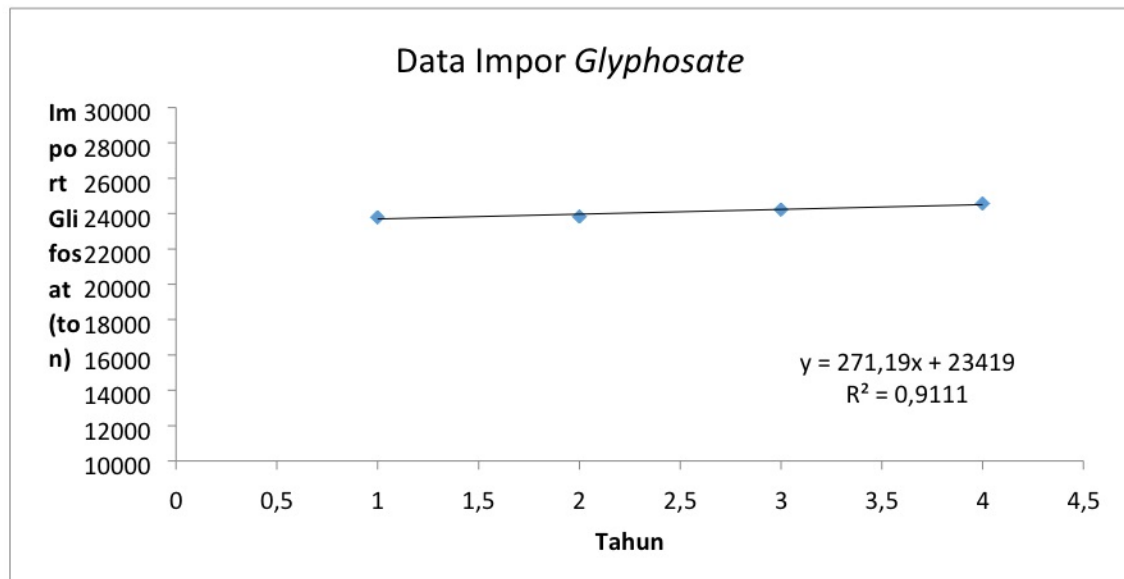
A. Data Impor

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 Ke-	Jumlah Data Impor Indonesia (ton)
2017	1	23.719,99
2018	2	23.811,29
2019	3	24.225,23
2020	4	24.577,98

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2020.



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 2026 impor *glyphosate* ke Indonesia sebesar 28.568 ton.

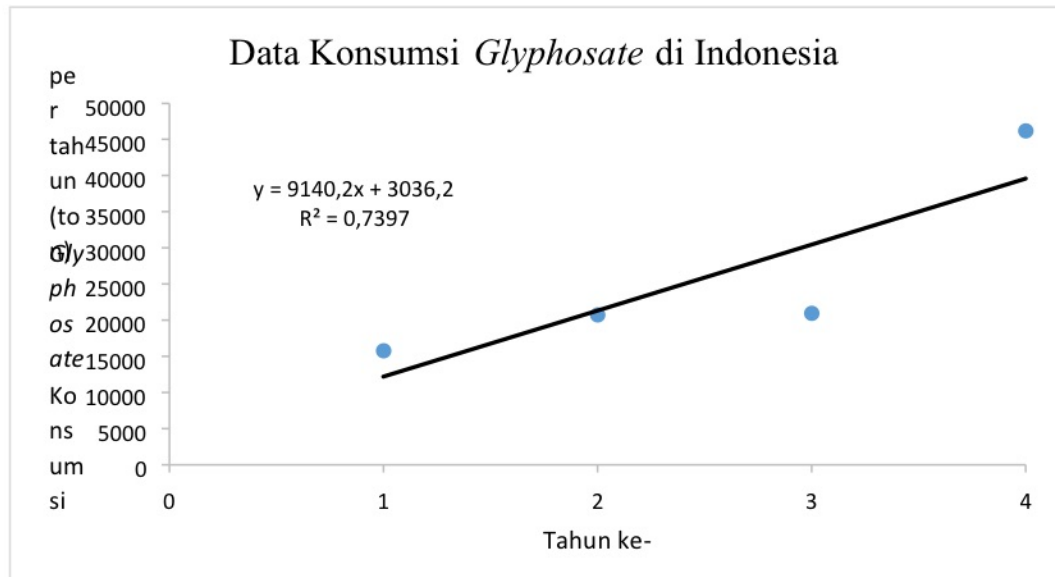
B. Data Konsumsi

Glyphosate di Indonesia dimanfaatkan sebagai bahan baku oleh dua pabrik pupuk yaitu PT. Nurfarm dan PT. Petrosid. Berikut adalah data konsumsi kedua pabrik tersebut beberapa tahun belakangan pada tabel 1.2. dibawah ini.

Tabel 1. 2. Data Konsumsi *Glyphosate* di Indonesia

Tahun	Tahun Ke-	Jumlah Konsumsi <i>Glyphosate</i> di Indonesia (ton)
2017	1	15.761,52
2018	2	20.702,76
2019	3	20.928,88
2020	4	46.153,46

Sumber: *Annual Report Industry*, 2015.



Gambar 1. 2. Grafik Data Konsumsi *Glyphosate* Per Tahun di Indonesia

Berdasarkan gambar 1.2 di atas yang didapatkan persamaan Y yang memiliki nilai R tertinggi dengan metode linier karena data yang diperoleh memiliki nilai yang berdekatan, diperkirakan pada tahun 2026 konsumsi *glyphosate* di Indonesia sebesar 103.578,3 ton/tahun. Konsumen *glyphosate* di Indonesia pada sektor pertanian yaitu pada PT. Nurfarm dengan kapasitas pabrik 9.610.440 liter/tahun dan PT. Petrosida dengan kapasitas 500.000 ton/tahun .

C. Data Produksi

Di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi *glyphosate*, sehingga data produksi pabrik tersebut di Indonesia tidak ada.

D. 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 yang untuk menghitung jumlah kebutuhan yang belum terpenuhi tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan yang belum terpenuhi di Indonesia} &= \text{Data kebutuhan tahun 2026} - \\ &\text{Data impor pada tahun 2026} - \text{Data produksi tahun 2026} \\ &= 103.578,3 \text{ ton} - 28.568 \text{ ton} - 0 \\ &= 75.010 \text{ ton} \end{aligned}$$

Sehingga didapat jumlah kebutuhan *glyphosate* yang belum terpenuhi di Indonesia adalah 75.010 ton pada tahun 2026. Jumlah kebutuhan yang belum terpenuhi tersebut juga disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku. Jadi, kapasitas produksi pabrik yang akan berdiri adalah sebesar 60% dari kebutuhan yang belum terpenuhi tersebut yaitu 45.000 ton/tahun. Adapun tujuan didirikannya pabrik *glyphosate* di Indonesia dengan kapasitas produksi 45.000 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.

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

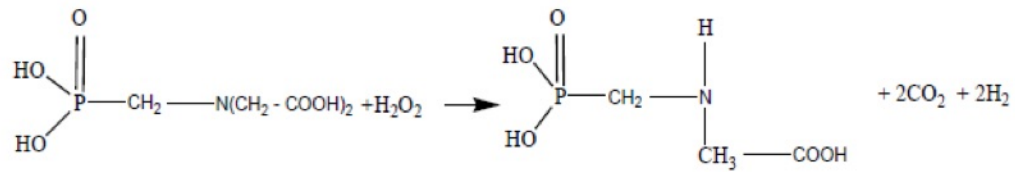
Beberapa macam proses pembuatan *glyphosate (N-phosphonomethylglycine)* adalah sebagai berikut :

- a. Pembuatan *glyphosate (N-phosphonomethylglycine)* dari N-PMIDA

(N-phosphonomethyl iminodiacetic acid) dengan hidrogen peroksida (H_2O_2).

Proses pembuatan *glyphosate (N-phosphonomethylglycine)* dengan bahan dasar N-PMIDA dan hidrogen peroksida (H_2O_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, Pd/Al₂O₃ dan lain-lain.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



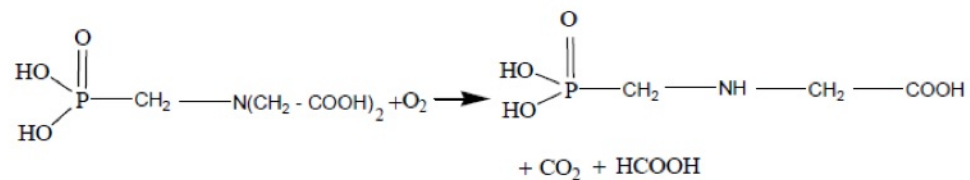
Suhu reaksi yang digunakan adalah 60-100°C dan tekanan atmosferis atau lebih tinggi. Sedangkan dengan menggunakan reaksi ini *yield* produk terbaik pada temperatur sekitar 90°C. Perbandingan reaktan H₂O₂/ N-PMIDA yang digunakan 4,2-4,5 mol/mol dan jumlah katalisator asam adalah 0,2-0,3 mol per mol produk yang dihasilkan.

b. Pembuatan *glyphosate* (*N-phosphonomethylglycine*) dari N-PMIDA

(*Nphosphonomethyl iminodiacetic acid*) dengan Oksigen (O₂)

Pembuatan *glyphosate* (*N-phosphonomethylglycine*) dengan bahan dasar NPMIDA dan oksigen (O₂) menggunakan katalis karbon aktif (*US patent No. 5942643*).

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

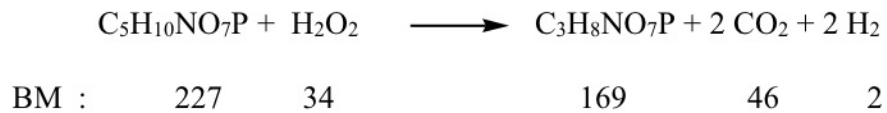


Kondisi operasi yang digunakan sebaiknya pada suhu 25-90°C dan yang paling baik yakni pada suhu 80°C. Produksi *glyphosate* dengan katalis karbon aktif lebih baik digunakan untuk standar komersial.

2.2. Pemilihan Proses

1. Berdasarkan Tinjauan Ekonomi

- a. Proses menggunakan N-PMIDA (*N-phosphonomethyl iminodiacetic acid*) dan hidrogen peroksida (H₂O₂)



Produk yang terbentuk pada reaksi diatas adalah *glyphosate* (C₃H₈NO₇P)

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

- Mol *glyphosate* yang terbentuk

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Massa}}{\text{BM}} \\
 &= \frac{1 \text{ Kg}}{169 \text{ Kg/Kmol}} \\
 &= 0,00592 \text{ Kmol}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :

- Mol N-PMIDA (C₅H₁₀NO₇P) bereaksi = mol *glyphosate* terbentuk

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

 Massa N-PMIDA yang bereaksi

$$\begin{aligned}
 &= \text{Mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,00592 \text{ Kmol} \times 227 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,3438 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$
- Mol H₂O₂ yang bereaksi

$$\begin{aligned}
 &= \text{mol } \textit{glyphosate} \\
 &= 0,00592 \text{ Kmol}
 \end{aligned}$$

 Massa H₂O₂ yang bereaksi

$$\begin{aligned}
 &= \text{Mol H}_2\text{O}_2 \times \text{BM} \\
 &= 0,00592 \text{ Kmol} \times 34 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 0,2013 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Produk samping yang diperoleh yaitu hidrogen (H₂) dan CO₂, maka :

- Mol H₂ = mol *glyphosate*
= 0,00592 Kmol
Massa H₂ = 0,00592 Kmol x 2 Kg/Kmol
= 0,01184 Kg
Volume H₂ = $\frac{m}{\rho}$
= $\frac{11,84 \text{ gr}}{0,807 \text{ gr/ml}} = 14,671 \text{ ml} = 0,0147 \text{ L}$
- Mol CO₂ = mol *glyphosate*
= 0,00592 Kmol
Massa CO₂ = 0,00592 Kmol x 2 Kg/Kmol
= 0,01184 Kg

Tabel 2. 1. Harga Senyawa Bahan Baku dan Produk

Senyawa	Harga (Rp)
<i>Glyphosate</i>	1.927.000/Kg
N-PMIDA	721.400/Kg
H ₂ O ₂	20.000/Kg
O ₂	3.383/L
H ₂	28.000/L
CO ₂	28.000/Kg
Pd/Al ₂ O ₃	1.338.000/Kg

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

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

<http://phyedumedia.com> 2022

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

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

$$\text{N-PMIDA} = 1,3438 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 721.400/\text{Kg}$$

$$= \text{Rp. } 969.417$$

$$\text{H}_2\text{O}_2 = 0,2013 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 20.000/\text{Kg}$$

$$= \text{Rp. } 4.026$$

Katalis yang digunakan adalah Pd/Al₂O₃ sebanyak 1% berat dari N-PMIDA

(*US Patent No. 5043475*), maka:

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

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

$$\text{Katalis} = 0,0134 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 1.338.000$$

$$= \text{Rp. } 17.929$$

Sedangkan untuk produk samping berupa H₂ dan CO₂ yang dihasilkan:

$$\text{Harga H}_2 = 0,01184 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 28.000 /\text{Kg}$$

$$= \text{Rp. } 331$$

$$\text{Harga CO}_2 = 0,01184 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 28.000/\text{Kg}$$

$$= \text{Rp. } 331$$

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

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

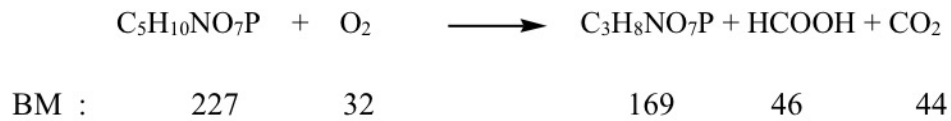
$$+ \text{Katalis})$$

$$= (\text{Rp. } 1.927.000 + \text{Rp. } 331 + \text{Rp. } 331) - (\text{Rp. } 969.417 + \text{Rp. } 4.026 +$$

$$\text{Rp. } 17.929)$$

$$= \text{Rp. } 936.290,-$$

- b. Proses menggunakan N-PMIDA (*N-phosphonomethyl iminodiacetic acid*) dan Oksigen (O₂)



Produk yang terbentuk pada reaksi diatas adalah *glyphosate* (C₃H₈NO₇P)

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 (C₅H₁₀NO₇P) bereaksi = mol *glyphosate* yang terbentuk
 $= 0,00592 \text{ Kmol}$
 Massa N-PMIDA yang bereaksi $= \text{Mol} \times \text{BM}$
 $= 0,00592 \text{ Kmol} \times 227 \text{ Kg/Kmol}$
 $= 1,3438 \text{ Kg}$
- Mol O₂ yang bereaksi $= \text{mol } \text{glyphosate} = 0,00592 \text{ Kmol}$
 Massa O₂ yang bereaksi $= \text{Mol } \text{H}_2\text{O}_2 \times \text{BM}$
 Massa O₂ yang bereaksi $= 0,01184 \text{ Kmol} \times 32 \text{ Kg/Kmol}$
 $= 0,1894 \text{ Kg}$
- Volume O₂ $= \frac{\text{massa}}{\text{densitas}}$
 $= \frac{189,4 \text{ gr}}{1,3 \text{ gr/L}} = 145,6 \text{ Liter}$

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

$$\begin{aligned} \text{N-PMIDA} &= 1,3438 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 721.400 / \text{Kg} \\ &= \text{Rp. } 1.766.962 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Selisih harga} &= \text{Harga produk} - \text{harga bahan baku} \\ &= \text{Harga produk} - (\text{Harga N-PIMDA} + \text{O}_2 + \text{Katalis}) \\ &= \text{Rp. } 1.927.000 - (\text{Rp. } 969.417 + \text{Rp. } 492.877 + \text{Rp. } 1.006) \\ &= \text{Rp. } 463.700,- \end{aligned}$$

2.3. Kelayakan Teknis

A. Tinjauan Termodinamika

Jika proses ditinjau dari panas reaksinya, yaitu dengan cara memperhitungkan nilai energi bebas gibs (kondisi reaksi) (ΔG_R) dan panas reaksi pembentukan (kondisi reaksi) (ΔH_R).

$$\Delta H_R = \Delta H_f + \int_{T_0}^T \Delta C_p \cdot dT$$

$$\Delta G_R = \Delta H_f - \frac{T}{T_0} (\Delta H_f - \Delta G_0) + R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} dT - RT \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} \frac{dT}{T}$$

Bahan baku utama dan produk yang dihasilkan memiliki rumus molekul panjang dan memiliki beberapa gugus fungsi, sehingga untuk menghitung nilai energi bebas

gibs standar (ΔG°) dan panas reaksi pembentukan standar (ΔH_f°) digunakan pendekatan rumus molekul yaitu dengan kontribusi gugus fungsi. Metode Joback pada Reid, 1987 dapat digunakan untuk estimasi nilai ΔG° dan ΔH_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	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG° (kJ/mol)	Jumlah (n_i)
-CH ₂ -	-26,8	-3,68	3
-COOH	-426,72	-387,87	2
-OH	-208,04	-189,20	2
-N<	110,74	-190,14	1
LI >P-	552,28	690,36	1

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

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

Gugus	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG° (kJ/mol)	Jumlah (n_i)
-CH ₂ -	-26,8	-3,68	3
-COOH	-426,72	-387,87	2
-OH	-208,04	-189,20	2
-N<	110,74	-190,14	1
LI >P-	552,28	690,36	1

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

Tabel 2. 4. Nilai ΔH_f° dan ΔG° pada Senyawa Lain

Gugus	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG° (kJ/mol)
H ₂ O(l)	-241,80	-228,60
CO ₂	-339,50	-394,40
HCOOH	-378,61	-351
H ₂ O ₂	-136,30	-105,6
O ₂	0	0
H ₂	0	0

(Sumber : Yaws, 1999).

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

Menghitung nilai ΔH°_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 ΔG° menunjukkan spontan atau tidak spontannya suatu reaksi kimia. ΔG° bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar. Sedangkan ΔG° bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya membutuhkan sedikit energi. Oleh karena itu semakin kecil atau negatif ΔG° maka reaksi tersebut akan semakin baik karena untuk berlangsung spontan energi yang dibutuhkan semakin kecil.

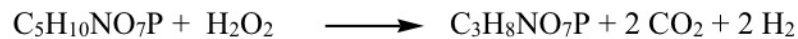
Menghitung nilai ΔG° untuk N-PMIDA dan *glyphosate*:

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

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

a. Proses menggunakan N-PMIDA (*N-phosphonomethyl iminodiacetic acid*) dan hidrogen peroksida (H_2O_2)

Reaksi yang terjadi:



Menghitung nilai ΔH_{Reaksi} pada suhu reaksi (90°C):

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

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

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{Reaksi}} &= \Delta H_r \text{ Reaktan} + \Delta H^\circ_r + \Delta H_r \text{ Produk} \\ &= -255.159,4 + 148,66 + (-388.348,48) \\ &= -643.359,22 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Sedangkan untuk menghitung nilai ΔG_{reaksi} sebagai berikut:

Menghitung nilai ΔG_{Reaksi} pada suhu reaksi (90°C):

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

$$\begin{aligned}
 \Delta G_{\text{Reaksi}} &= \Delta G_{\text{Produk}} + \Delta G^{\circ}_r + \Delta G_{\text{Reaktan}} \\
 &= -1.313,04 + 420,25 + (-528,66) \\
 &= -1.421,45 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

b. Proses menggunakan N-PMIDA (*N-phosphonomethyl iminodiacetic acid*) dan Oksigen (O₂)

Reaksi yang terjadi:



Menghitung nilai ΔH_{Reaksi} pada suhu reaksi (80°C) :

$$\Delta H^{\circ}_r = \Delta H^{\circ}_f \text{Produk} - \Delta H^{\circ}_f \text{Reaktan (Suhu Referensi)}$$

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

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{Reaksi}} &= \Delta H_r \text{ Reaktan} + \Delta H^{\circ}_r + \Delta H_r \text{ Produk} \\
 &= -202.904 + 148,66 + (-154.461,14) \\
 &= -357.216,48 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk menghitung nilai ΔG_{reaksi} sebagai berikut:

Menghitung nilai ΔG_{Reaksi} pada suhu reaksi (80°C) :

$$\Delta G^{\circ}_r = \Delta G^{\circ}_f \text{Produk} - \Delta G^{\circ}_f \text{Reaktan (Suhu Referensi)}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G_{\text{Reaksi}} &= \Delta G_{\text{Produk}} + \Delta G^{\circ}_r + \Delta G_{\text{Reaktan}} \\
 &= -1.242,35 + 420,25 + (-664,96) \\
 &= -1.487,06 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. 5. Perbandingan Proses Pembuatan *Glyphosate*

No.	Keterangan	Proses	
		N-PMIDA+H ₂ O ₂	N-PMIDA+O ₂
1.	Suhu Operasi	90°C	80°C
2.	Konversi	96,5%	55,9%
3.	Keuntungan	Rp. 936.290	Rp. 463.700
4.	Alat yang digunakan	Reaktor <i>Fixed Bed</i> , <i>Distillation Colum</i> , <i>Decanter</i> , Kristalizer.	Reaktor <i>Bubble</i> , Kristalizer, <i>Centifuge</i>
5.	Katalis	Pd/Al ₂ O ₃	Karbon Aktif
6.	ΔG_{Reaksi}	-1.421,45 kJ/mol	-1.487,06 kJ/mol
7.	ΔH_{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 H₂O₂ 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. ΔH_{Reaksi} dengan bahan baku N-PMIDA dan H₂O₂ kecil sehingga konsumsi energi yang dibutuhkanpun akan sedikit dan bernilai negatif menunjukkan bahwa reaksi bersifat eksotermis (mengeluarkan panas).

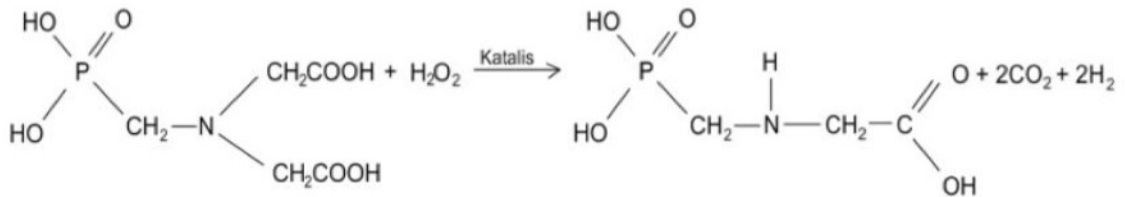
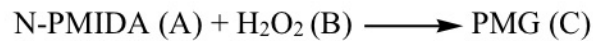
Berdasarkan kesimpulan diatas maka proses yang dipilih untuk menghasilkan *glyphosate* adalah proses 1 dengan bahan baku N-PMIDA dan H₂O₂.

B. Tinjauan Kinetika

Berdasarkan Jurnal Rekayasa Proses diperoleh kinetika reaksi pada pembuatan *glyphosate* dari N-PMIDA dan H_2O_2 sebagai berikut :

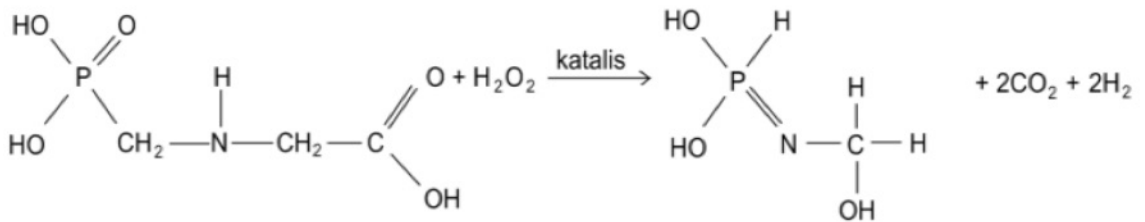
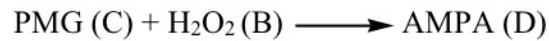
$$k_1 = 2,3428 \times 10^8 \exp\left(\frac{-70.711,85}{RT}\right), \text{ L/mol.menit}$$

Reaksi :

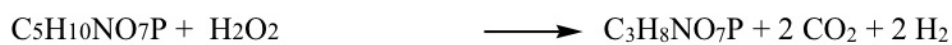


$$k_2 = 8,2667 \times 10^{11} \exp\left(\frac{-91.467,01}{RT}\right), \text{ L/mol.menit}$$

Reaksi :



Hubungan Konsentrasi dengan Waktu



	N-PMIDA (A) + H ₂ O ₂ (B) \longrightarrow	PMG (C)
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 $N_C = N_{B0} X_B$

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

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

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

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

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

Neraca massa *glyphosate*:

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

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

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

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

$$\frac{dC_C}{dt} = k_1 C_A \left(\frac{N_{B0}}{V} - \frac{N_{B0} X_B}{V} \right) - k_2 C_C \left(\frac{N_{B0}}{V} - \frac{N_{B0} X_B}{V} \right)$$

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

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

Maka kecepatan reaksi pembentukan *glyphosate* dapat dinyatakan:

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

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

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

2.4. Uraian Proses

Proses pembuatan *glyphosate* dari bahan baku N-PMIDA dan hidrogen peroksida terbagi menjadi 3 tahap yaitu:

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

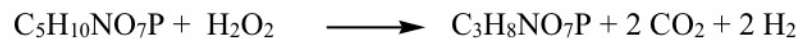
1. Tahap Persiapan Bahan Baku

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* (E-101) sampai suhu 90°C. Kedua bahan baku tersebut dialirkan ke reaktor untuk direaksikan yang dipercepat reaksinya menggunakan katalis Pd/Al₂O₃.

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 CO₂ dan H₂ akan keluar melalui pipa pembuangan ke unit pengolahan H₂ dan CO₂. Produk utama yang dihasilkan dari reaktor berupa *glyphosate* (*N-phosnomethyl glycine*).

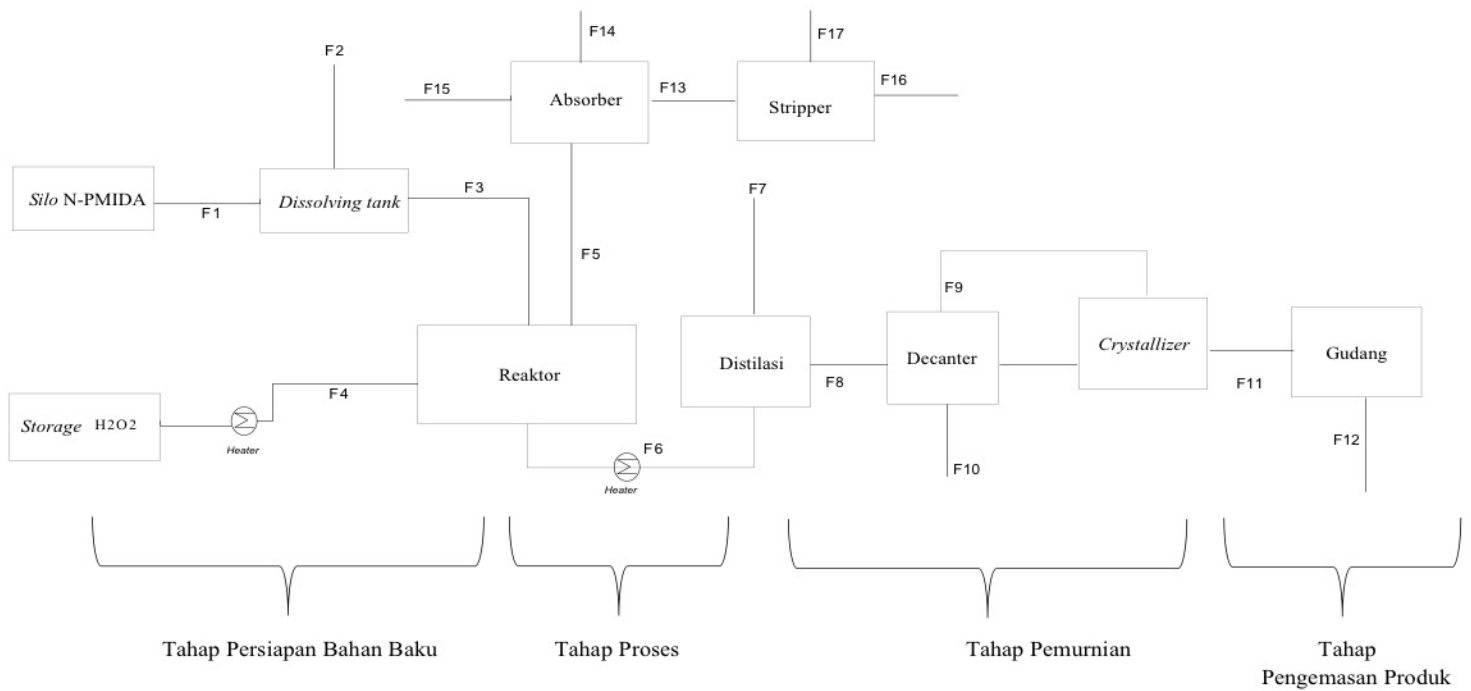
3. Tahap Pemurnian

Larutan yang keluar dari reaktor kemudian masuk Distillation Coloumn (DC-301) dan Decanter (DN-301) untuk dipisahkan produk dengan reaktan sisa. Cairan produk yang telah terbentuk akan dikristalkan dengan *crystallizer* (CR-401). 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 diolah untuk dijual, yaitu dengan cara memisahkan H₂ dan CO₂ dengan *Absorber* (AB-301) yang ditekan gas campuran menggunakan *Compressor* (CO-301) lalu menggunakan pelarut Benvyl untuk menyerap gas CO₂. Setelah itu, untuk memisahkan pelarut dengan gas CO₂ digunakan Stripper (SR-301). Lalu didinginkan dengan *Heat Exchanger* (E-401)

dan disimpan di tangki penyimpanan *Spheres Tank* (SP-401). Untuk gas H_2 disimpan di tangki penyimpanan *Spheres Tank* (SP-402).

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), sedangkan untuk CO_2 hasil *liquifier* disimpan dalam *spheres* (SP-401) dan siap untuk dipasarkan.



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

BAB III

SPEKIFIKASI 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/cm³

Bulk Density : 650 Kg/m³

Viskositas : 19.150 cP

Kemurnian : 98% N-PMIDA, 2% air

MSDS :



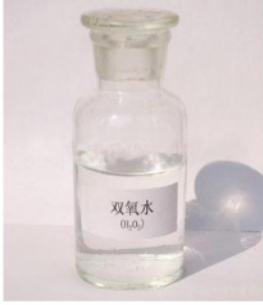
Sifat : Tidak mudah terbakar, berbahaya jika terhirup atau tertelan, menyebabkan iritasi jika terkena kulit, dan korosif terhadap logam karena merupakan jenis asam.

Penyimpanan : Harus disimpan di tempat yang kering dan sejuk.

b. Hidrogen Peroksida

Rumus Molekul : H₂O₂

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 ₂ O ₂ , 70% air	
Kapasitas Panas (Cp)	: 36,181 + 8,2657E-03T + 6,6420E-5 T ²	

$$- 6,9944E-08T^3 + 2,0951 E-11T^4 \text{ J/mol.K}$$

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 : H₂O

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 Catalist

Rumus Molekul : Pd/Al₂O₃

Wujud : Pelet padat



Berat molekul : 208 Kg/Kmol

Specific gravity range : 3 - 3,5

Bulk density : > 0,8

Titik leleh : 870°C

Kemurnian : 99% Al₂O₃, 1% Pd

Warna : Hitam

Fungsi : Sebagai penyerap O₂ dan membentuk reaksi hidrogenasi (reaksi pembentukan H₂). 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	: $C_3H_8NO_5P$
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°C untuk kristal

B. Produk Samping

a. Karbon Dioksida

Rumus Molekul : CO_2

Wujud : Gas



Berat Molekul : 44 gr/gmol

Densitas : 600,296 Kg/m^3

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

Titik lebur : -57°C pada 216 K

Tekanan Kritis : 73,8 bar

Temperatur Kritis : 304,18 K

Viskositas : 0,00178398 cP

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

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.4th, 1987, Perry's. Ed.7th, dan Perry's. Ed.8th)

BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

10.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Glyphosate dengan kapasitas 45.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses yang baik digunakan untuk prarancangan pabrik *glyphosate* ini adalah proses N-PMIDA dan H₂O₂. Hal tersebut ditinjau dari konversi yang dihasilkan, lama reaksi dalam reaktor, dan ΔG° Reaksi dengan nilai minus yang menandakan proses tersebut menggunakan energi yang kecil sehingga lebih menguntungkan.
2. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 33% dan sesudah pajak sebesar 27%.
3. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 2,4 tahun.
4. *Break Even Point* (BEP) sebesar 48,74% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27,32%, yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti berproduksi karena merugi.

5. *Interest Rate of Return* (IRR) sebesar 31,8%, lebih besar dari suku bunga bank saat ini yaitu 15% 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 45.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Report Industry*, 2015. 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. Diakses pada tanggal 26 Oktober 2022 pukul 14:52 WIB.

Anonimous F, 2016. www.watsonmcdaniel.com. Diakses pada tanggal 26 Oktober 2022 pukul 17.50 WIB.

Anonimous G, 2016. www.matches.com. Diakses pada tanggal 14 Desember 2022 pukul 14.37 WIB.

Badan Pusat Statistik, 2022. *Statistic Indonesia*. 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. 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 States 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 H₂O₂ dengan Katalisator Pd/Al₂O₃. *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 3th edition*. 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 4th 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 Useworld Wide*. *Pest Management Science* 56: 309-312.

Yaws, Carl L., 1999. *Handbook of Chemical Compound Data for Process Safety*. Gulf Publishing Company. Huston, Texas.