

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM LAKTAT DARI MOLASES DENGAN
KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN**



Diajukan oleh :

1. MEGA TRI UMAMININGRUM (190606002)
2. BAGAS AJI PRATAMA (190606005)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK**

2023

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Asam Laktat Dari Molases Dengan Kapasitas 23.000 Ton/Tahun”** ini disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik. Kami menyadari bahwa pengerjaan Tugas Akhir ini tidak akan terlaksana tanpa bantuan, dorongan dan motivasi dari berbagai pihak, oleh sebab itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu. Mega Mustikaningrum, S.T., M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Gresik.
2. Bapak Benny Arif Pambudiarto, S.T., M.Eng selaku Pembimbing Tugas Akhir.
3. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada kami
4. Nikma Azrlu Amelia selaku sahabat yang menjadi tempat berkeluh kesah selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Sahabat Baitul Jannah yang senantiasa memberikan semangat serta motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Idol grup JKT48 khususnya kepada lagu-lagunya yang telah menemani saya dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih belum sempurna dan mempunyai beberapa kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran akan kami harapkan untuk menyempurnakan laporan ini.

Gresik, 11 November 2023

(Penyusun)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapasitas Produksi.....	2
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik.....	5
1.4. Proses Seleksi.....	6
BAB II URAIAN PROSES.....	10
BAB III SPESIFIKASI BAHAN.....	13
3.1. Bahan Baku.....	13
3.2. Produk.....	16
BAB IV DIAGRAM ALIR KUALITATIF DAN KUANTITATIF.....	17
4.1. Diagram Alir Kualitatif.....	17
4.2. Diagram Kuantitatif	18
BAB V NERAACA MASSA.....	19
5.1. Rotary Drum Vaccum Filter (RDVF-01).....	19
5.2. Mixer (MX-01)	20

5.3.	Tangki Kultur (K-01/K-02/K-03/K-04).....	21
5.4.	Reaktor (R-01/R-02/R-03/R-04).....	22
5.5.	Asidifier (A-01)	23
5.6.	Rotary Drum Vaccum Filter (RDFV-02).....	24
5.7.	Evaporator (E-01)	25
5.8.	Neraca Massa Total.....	27
BAB VI NERACA PANAS.....		28
6.1.	MIXER (MX-01).....	28
6.2.	HEAT EXCHANGER (HE-01).....	28
6.3.	HEAT EXCHAGER (HE-02).....	29
6.4.	HEAT EXCHAGER (HE-03).....	29
6.5.	HEAT EXCHAGER (HE-04).....	30
6.6.	EVAPORATOR (E-01)	30
6.7.	TANGKI KULTUR (K-01/K-02/K-03/K-04)	31
6.8.	REAKTOR (R-01/02/03/04).....	32
6.9.	ASIDIFIER (A-01)	34
6.10.	Neraca Panas Total	35
BAB VII SPESIFIKASI ALAT.....		37
7.1.	Tangki Molases (T-01)	37
7.2.	Tangki Air (T-02).....	37
7.3.	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (T-03)	38
7.4.	Tangki Penyimpanan Asam Laktat (T-04)	39
7.5.	Tangki Kultur (K-01).....	40
7.6.	Tangki Intermediat (TI-01).....	41
7.7.	Tangki Intermediat (TI-02).....	42
7.8.	Silo Kalsium Karbonat CaCO ₃ (S-01/02/03/04).....	43

7.9. Silo Diammonium fosfat (S-05/06/07/08)	43
7.10. Silo <i>Malt sprouts</i> (S-09/10/11/12)	44
7.11. Tangki Mixer (MX-01)	44
7.12. Tangki Asidifier (A-01)	46
7.13. <i>Rotary Drum Vacum Filter</i> (F-01)	47
7.14. <i>Rotary Drum Vacum Filter</i> (F-02)	48
7.15. <i>Belt Conveyor</i> (BC-01A/ BC-01B/ BC-01C/ BC-01D).....	49
7.16. <i>Belt Conveyor</i> (BC-02A/ BC-02B/ BC-02C/ BC-02D).....	49
7.17. <i>Belt Conveyor</i> (BC-03A/ BC-03B/ BC-03C/ BC-03D).....	49
7.18. <i>Belt Conveyor</i> (BC-04)	50
7.19. <i>Belt Conveyor</i> (BC-05)	50
7.20. <i>Belt Conveyor</i> (BC-06A/ BC-06B/ BC-06C/ BC-06D).....	51
7.21. <i>Belt Conveyor</i> (BC-07A/ BC-07B/ BC-07C/ BC-07D).....	51
7.22. <i>Bucket Elevator</i> (BE-01)	52
7.23. Reaktor (R-01/R-02/R-03/R-04)	52
7.24. Evaporator (E-01)	54
7.25. <i>Heat Exchanger-01</i> (HE-01)	55
7.26. <i>Heat Exchanger-02</i> (HE-02)	56
7.27. <i>Heat Exchanger-03</i> (HE-03)	57
7.28. <i>Heat Exchanger-04</i> (HE-04)	58
7.29. <i>Electric Heater-1</i> (EH-01)	59
7.30. Pompa-1 (P-01)	59
7.31. Pompa-2 (P-02)	60
7.32. Pompa-3 (P-03)	60
7.33. Pompa-4 (P-04)	60
7.34. Pompa-5 (P-05)	61

7.35. Pompa-6 (P-06).....	61
7.36. Pompa-7 (P-07).....	62
7.37. Pompa-8 (P-08).....	62
7.38. Pompa-9 (P-09).....	63
7.39. Pompa-10 (P-10).....	63
7.40. Pompa-11 (P-11).....	64
BAB VIII UTILITAS.....	65
8.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	65
8.2. Spesifikasi Alat pada Water Treatment Plant :.....	69
8.3. Unit Pembangkit Steam	90
8.4. Pengolahan Limbah	92
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	98
9.1. Lokasi Pabrik	98
9.2. Tata Letak Pabrik.....	99
BAB X PERTIMBANGAN ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN	103
10.1. Pertimbangan Aspek <i>Safety</i> Pabrik.....	104
10.2. Pertimbangan Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja	121
10.3. Pertimbangan Aspek Lingkungan Pabrik.....	124
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN	127
11.1. Perincian Tugas, Jumlah, dan Kualifikasi Karyawan	129
11.2. Struktur Penggajian Karyawan	137
11.3. Pembagian Jam Kerja Karyawan	137
BAB XII EVALUASI EKONOMI	140
12.1. MODAL TETAP (<i>Fixed Capital Investment</i>)	142
12.2. Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>).....	145

12.3. Biaya Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>).....	150
12.4. Modal Kerja (<i>Working Capital</i>).....	154
12.5. Pengeluaran Umum (<i>General Expense</i>).....	154
12.6. Analisa Keuntungan.....	155
12.7. Analisa Kelayakan	155
BAB XIII KESIMPULAN.....	161
DAFTAR PUSTAKA.....	162



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan atau Konsumsi Asam Laktat di Indonesia.....	3
Gambar 1. 2 Lokasi Pembangunan Pabrik.....	6
Gambar 5. 1 Diagram Blok Neraca Massa di Rotary Drum Vaccum Filter	19
Gambar 5. 2 Diagram Blok Neraca Massa di Mixer	20
Gambar 5. 3 Diagram Blok Neraca Massa di Tangki Kultur	21
Gambar 5. 4 Diagram Blok Neraca Massa di Reaktor	22
Gambar 5. 5 Diagram Blok Neraca Massa di Asidifier	23
Gambar 5. 6 Diagram Blok Neraca Massa di Rotary Drum Vaccum Filter	24
Gambar 5. 7 Diagram Blok Neraca Massa di Evaporator.....	25
Gambar 8. 1 Proses Pengolahan Limbah Cair	95
Gambar 9. 1 Denah Pabrik.....	101
Gambar 9. 2 Tata Letak Alat Proses	102
Gambar 11. 1 Bagan Organisasi Perusahaan.....	128
Gambar 12. 1 Hubungan CEP <i>Index</i> dengan Tahun.....	141
Gambar 12. 2 Grafik Analisa Kelayakan	160

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Ekspor dan Impor Asam Laktat	2
Tabel 1. 2 Konsumsi Asam Laktat Di Indonesia	2
Tabel 1. 3 Kebutuhan Asam Laktat diberbagai Negara	4
Tabel 1. 4 Kapasitas Pabrik Asam Laktat Diluar Negeri	4
Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Fermentasi dengan Bakteri yang berbeda.....	7
Tabel 5. 1 Neraca Massa Rotary Drum Vaccum Filter.....	19
Tabel 5. 2 Neraca Massa Mixer	20
Tabel 5. 3 Neraca Massa Tangki Kultur	21
Tabel 5. 4 Neraca Massa Reaktor	23
Tabel 5. 5 Neraca Massa di Asidifier.....	24
Tabel 5. 6 Neraca Massa di Rotary Drum Vaccum Fillter.....	25
Tabel 5. 7 Neraca Massa di Evaporator	26
Tabel 5. 8 Neraca Massa Total.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 1 Neraca Panas di Mixer	28
Tabel 6. 2 Neraca Panas di <i>Heat Exchanger</i>	28
Tabel 6. 3 <i>Heat Exchanger</i> (HE-02)	29
Tabel 6. 4 Neraca Panas di <i>Heat Exchanger</i> (HE-03)	29
Tabel 6. 5 Neraca Panas di Heat Exchenger (HE-04).....	30
Tabel 6. 6 Neraca Panas di Evaporator (E-01).....	31
Tabel 6. 7 Neraca Panas di Tangki Kultur (K-01/K-02/K-03/K-04)	31
Tabel 6. 8 Neraca Panas di Reaktor (R-01/R-02/R-03/R-04)	33
Tabel 6. 9 Neraca Panas di Asidifier.....	34
Tabel 6. 10 Neraca Panas Total.....	35
Tabel 8. 1 Kebutuhan Air Sanitasi	65
Tabel 8. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....	66
Tabel 8. 3 Kebutuhan Air Proses	67
Tabel 8. 4 Tabel Kebutuhan Air Untuk Pembangkit Steam	67
Tabel 8. 5 Rekomendasi Batas Air Untuk Boiler.....	89
Tabel 8. 6 Batasan-Batasan Air Untuk Boiler.....	89

Tabel 8. 7 Standar Baku Mutu Air Limbah Provinsi Lampung.....	94
Tabel 12. 1 Data CEP <i>Index</i> pada Beberapa Tahun Terakhir (www.che.com) ...	141
Tabel 12. 2 Perhitungan Harga Alat Proses	142
Tabel 12. 3 Perhitungan Harga Alat Utilitas.....	143
Tabel 12. 4 harga bahan-bahan penunjang utilitas.....	151
Tabel 12. 5 Gaji Karyawan	152



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 REAKTOR (R-01/R-02/R-03/R04)	165
LAMPIRAN 2 EVAPORATOR (E-01).....	186



ABSTRAK

Asam Laktat memiliki banyak kegunaan dalam berbagai industri seperti : makanan, farmasi, kosmetik, kimia dll. Proses pembuatan asam laktat dilakukan dengan cara fermentasi. Pabrik dengan kapasitas produksi sebesar 23.000 ton/tahun akan didirikan di kota Lampung Provinsi Lampung, pada tahun 2027 dengan pertimbangan kemudahan akses bahan baku dan distribusi produk.

Proses produksi dari asam laktat terdiri berbagai tahap yaitu tahap pre-treatment bahan baku, fermentasi, tahap pengasaman, pemurnian. Pada tahap persiapan-fermentasi, molasses diencerkan terlebih dahulu hingga 12%. Molases kemudian dialirkan menuju Reaktor untuk proses fermentasi. Molase difermentasikan dengan *Lactobacillus delbrueckii* pada suhu 45°C, lalu ditambah CaCO₃ untuk menjaga pH. Pada tahap pengasaman dan pemurnian, asam laktat ditambah H₂SO₄, setelah itu dipekatkan dengan menggunakan evaporator, sehingga asam laktat memiliki konsentrasi 75%.

Pabrik asam laktat bekerja secara semi kontinyu dan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas produksi 23.000 ton/tahun. Bahan baku berupa molase yang dibutuhkan yaitu 10.412,75 kg/jam dengan bahan baku pendukung berupa *Malt sprout*, *L. delbrueckii*, CaCO₃, (NH₃)HPO₄ dan H₂SO₄. Kebutuhan utilitas berupa air sanitasi, air pendingin, air umpan boiler, air make up kondensat dan air proses masing-masing diambil dari sungai yang ada disekitar pabrik yaitu sungai tulang bawang. Limbah yang dihasilkan dari industri ini yaitu limbah cair padat dan gas. Limbah cair berupa *slurry* buangan RDVF dan Clarifier serta air sisa proses. Limbah gas berupa hasil pembakaran boiler dan hasil samping proses fermentasi di Reaktor. Limbah padat berupa cake hasil pengolahan limbah cair.

Pabrik asam laktat yang tergolong *low risk* ini akan didirikan di Kecamatan Menggala, Kabupaten Tulung Bawang, Lampung. Analisis kelayakan menunjukkan *ROI before tax* 58,16% *ROI after tax* 40,71%, *POT before tax* 1,3 tahun, *POT after tax* 1,7 tahun, BEP 60% , SDP 27%, dan DCFRR 30,72%. Berdasarkan evaluasi ini, pabrik dinilai menarik dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci : Asam Laktat, Fermentasi, Pengolahan Limbah, Analisis Kelayakan

ABSTRACT

Lactic Acid has many uses in various industries such as: food, pharmaceuticals, cosmetics, chemistry etc. The process of making lactic acid is done by fermentation. A factory with a production capacity of 14,000 ton/year will be established in the city of Lampung, Lampung Province, in 2027 with consideration of easy access to raw materials and product distribution.

*The production process of lactic acid consists of various stages, namely the raw material pre-treatment stage, fermentation, acidification stage, purification stage. In the preparation-fermentation stage, the molasses is first diluted to 12%. The molasses is then flowed to the reactor for the fermentation process. The molasses was fermented with *Lactobacillus delbrueckii* at 45°C, then CaCO₃ was added to maintain the pH. At the acidification and purification stage, H₂SO₄ is added to ca-lactate, after which it is concentrated using an evaporator, so that the lactic acid has a concentration of 75%.*

*The lactic acid plant works semi-continuously and operates 330 days/year with a production capacity of 10,000 tons/year. The raw material required in the form of molasses is 6712.9501 kg/hour with supporting raw materials in the form of Malt sprouts, *L. delbrueckii*, CaCO₃, (NH₄)HPO₄ and H₂SO₄. Utility needs in the form of sanitation water, cooling water, boiler feed water, condensate make-up water and process water are each taken from the river around the factory, namely the Bone Bawang River. The waste produced from this industry is an abundance of solid liquid and gas. Liquid waste is in the form of RDVF and Clarifier sludge as well as residual process water. Waste gas is in the form of boiler combustion products and by-products of the fermentation process in the reactor. Solid waste in the form of cake resulting from liquid waste processing.*

This lactic acid factory, which is classified as low risk, will be established in Menggala District, Tulung Bawang Regency, Lampung. Feasibility analysis shows ROI before tax 58,16% ROI after tax 40,71%, POT before tax 1.3 years, POT after tax 1.7 years, BEP 60%, SDP 27%, and DCFRR 30,72%. Based on this evaluation, the factory is considered interesting and worthy of further study.

Keywords: Lactic Acid, Fermentation, Waste Processing, Feasibility Analysis