

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DIHIDRAT
((COOH)₂.2H₂O) DARI GLUKOSA (C₆H₁₂O₆) DAN ASAM
NITRAT (HNO₃) DENGAN KAPASITAS 42.000 TON/TAHUN
(Skripsi)**

**Tugas Khusus
Perancangan *Crystallizer* (CR-301)**

Oleh :

Yunike Nurjannah



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

MANUFACTURING OF OXALIC ACID DIHYDRATE ((COOH)₂·2H₂O) FROM GLUCOSE (C₆H₁₂O₆) AND NITRIC ACID (HNO₃) WITH CAPACITY 42.000 TONS/YEAR (Design of Crystallizer (CR-301))

By

YUNIKE NURJANNAH

Oxalic Acid plant with materials, Glucose (C₆H₁₂O₆) and Nitric Acid (HNO₃) is planned to be built in Lampung, South of Sumatra. Establishment of this plant is based on some consideration due to the raw material resources, the transportation, the labors availability and also the environmental condition.

This plant is mean to produce 42.000 tons/year Oxalic Acid with operation time 24 hour/day, 330 hour/year. Raw materials used consist of Glucose 3.422,39 Kg/hour and 789,6979 Kg/hour of Nitrit Acid.

The utility units consist of water supply system, steam supply system, utility units, instrument air supply system, refrigerant supply system and waste treatment system.

The bussines entity formis Limited Liability Company (PT) using line and staff organizational structure with 149 labors.

From the economic analysis, itis obtained that:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	=	Rp 2.358.659.066.989,-
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	=	Rp. 274.741.883.167,-
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	=	Rp. 2.633.400.950.156,-
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	=	51,02%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	=	24,45%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) _b	=	3,17 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) _a	=	3,67 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) _b	=	22,36%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a	=	21,85%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	=	17,48%

Considering the summary above,it is proper to study the establishment of Oxalic Acid plant further, because the plant is profitable and has good prospects.

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DIHIDRAT ((COOH)₂.2H₂O) DARI GLUKOSA (C₆H₁₂O₆) DAN ASAM NITRAT (HNO₃) DENGAN KAPASITAS 42.000 TON/TAHUN (Perancangan *Crystallizer* (CR-301))

Oleh

YUNIKE NURJANNAH

Pabrik Asam Oksalat berbahan baku Glukosa dan Asam Nitrat direncanakan didirikan di kawasan Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung. Pendirian pabrik berdasarkan atas pertimbangan ketersediaan bahan baku, sarana transportasi yang memadai, tenaga kerja yang mudah didapatkan, dan kondisi lingkungan.

Pabrik direncanakan memproduksi Asam Oksalat sebanyak 42.000 ton/tahun, dengan waktu operasi 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah Glukosa sebanyak 3.422,39 kg/jam dan Asam Nitrat sebanyak 14.374,07 kg/jam.

Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik terdiri dari unit pengadaan air, unit penyedia *steam*, unit penyedia listrik dan udara instrument, unit penyedia air pendingin, dan pengolahan limbah.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) menggunakan struktur organisasi *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 149 orang.

Dari analisis ekonomi diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	=	Rp. 2.358.659.066.989,-
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	=	Rp. 274.741.883.167,-
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	=	Rp. 2.633.400.950.156,-
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	=	51,02%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	=	24,45%
<i>Pay Out Time before Taxes</i>	(POT) _b	=	3,17 tahun
<i>Pay Out Time after Taxes</i>	(POT) _a	=	3,67 tahun
<i>Return on Investment before Taxes</i>	(ROI) _b	=	21,85%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a	=	17,48%

Mempertimbangkan paparan diatas, sudah selayaknya pendirian pabrik Asam Oksalat ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai masa depan yang baik.

**PRARANCANGAN PABRIK
ASAM OKSALAT DIHIDRAT ((COOH)₂.2H₂O) DARI
GLUKOSA (C₆H₁₂O₆) DAN ASAM NITRAT (HNO₃) DENGAN
KAPASITAS 42.000 TON/TAHUN
(Skripsi)**

**Tugas Khusus
Perancangan *Crystallizer* (CR-301)**

Oleh :

YUNIKE NURJANNAH



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi

**: PRARANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT
DIHIDRAT ((COOH)₂.2H₂O) DARI GLUKOSA
(C₆H₁₂O₆) DAN ASAM NITRAT (HNO₃)
DENGAN KAPASITAS 42.000 TON/TAHUN
(Perancangan *Crystallizer* (CR-301))**

Nama Mahasiswa

: Yunique Nurjannah

No. Pokok Mahasiswa

: 1015041073

Jurusan

: Teknik Kimia

Fakultas

: Teknik



Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.
NIP.1968 0902 1997 02 2 000

Edwin Azwar, S.T., M.T.A., Ph.D.
NIP. 1969 0923 1999 03 1 002

Ketua Jurusan

Ir. Azhar, M.T.
NIP. 196604011995011001

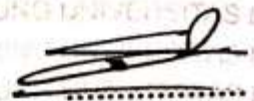
MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

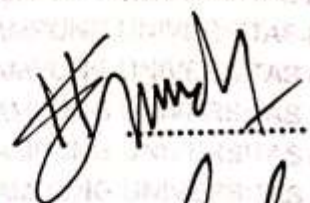
Ketua : Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.



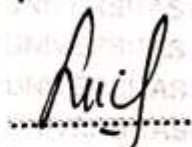
Sekretaris : Edwin Azwar, S.T., M.TA., Ph.D.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc.**



Lia Lismeri, S.T., M.T.



Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196207171987031002



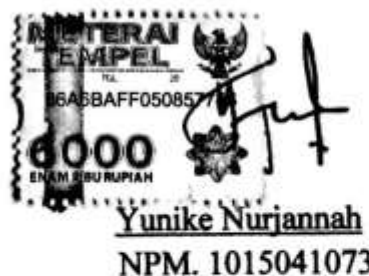
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Desember 2017

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, 16 April 2018



6000
ENAM RIBURUPIAH

Yunike Nurjannah
NPM. 1015041073

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lampung Timur, pada tanggal 26 Agustus 1992, sebagai putri pertama dari enam bersaudara, dari pasangan Bapak Imam Mugeni dan Ibu Yayuk.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK RA Istiqomah, Sadar Sriwijaya pada tahun 1998. Sekolah Dasar di MI Nurul Huda, Sadar Sriwijaya pada tahun 2004, Sekolah Menengah Pertama di SMP Kosgoro 2 Bandar Sribhawono pada tahun 2007 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Teladan Way Jepara pada tahun 2010.

Pada tahun 2010, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Ujian Mandiri Lokal Universitas Lampung 2010.

Pada tahun 2013, penulis melakukan Kerja Praktik di PT PERTAMINA RU III, Plaju-Sungai Gerong, Palembang dengan Tugas Khusus “Perancangan Sistem Perpipaan HOMC (*High Octane Mogas Component*) Ex. RFCCU (*Riser Fluidized Catalytic Cracking Unit*) Direct ke Tangki Plaju PT PERTAMINA RU III”. Selain itu, penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Jenis Pelarut Dan Waktu Ekstraksi Pada Pengambilan Ekstraktif Dari Sabut Kelapa Sawit”, dimana penelitian tersebut dipublikasikan pada tahun 2017.

Selama kuliah penulis aktif dalam berbagai organisasi kemahasiswaan diantaranya, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FT Unila pada periode 2010/2011 sebagai Eksekutif Muda FT Unila, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FT Unila pada periode 2011/2012 sebagai Anggota Dinas Internal BEM FT Unila, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FT Unila pada periode 2012/2013 sebagai Sekertaris Dinas Litbang dan pada periode 2013/2014 sebagai Bendahara Eksekutif BEM FT Unila, Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (Himatemia) FT Unila pada periode 2011/2012 sebagai Staff Departemen Kaderisasi FT Unila dan pada periode 2012/2013 sebagai Sekertaris Departemen Kaderisasi Himatemia FT Unila.

Sebuah Karya

Kupersembahkan dengan sepenuh hati untuk :

Allah SWT, berkat Rahmat dan Ridho-Nya aku dapat menyelesaikan karyaku ini

Kedua Orang Tuaku sebagai pengganti atas pengorbanan yang sudah tak terhitung jumlahnya, terima kasih atas do'a, kasih sayang dan pengorbanannya selama ini

Adik dan Kerabat, terima kasih atas do'a, bantuan dan dukungannya selama ini

Sahabat-Sahabat Tercintaku, Terima kasih telah menjadi bagian hidupku selama berada di Perantauan ini. Semoga Allah Selalu Memberikan Keberkahan di Setiap Langkah yang Kita Jalani.

MOTTO

“Ingatlah kepada-Ku.
Aku pun akan ingat kepadamu.”
-(Q.S. Al-Baqarah 2: 155)-

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan) tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain”
-(Qs. Al-Insyirah 94: 6-7)-

“Bila kau tak tahan **lelahnya belajar**, maka kau harus tahan menanggung **perihnya kebodohan”**
-Imam Syafi’i-

**Ilmu yang kita cari itu sedikit, manfaatnya yang harus
diperbanyak**
-Yunike Nurjannah-

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dengan judul “Prarancangan Pabrik Asam Oksalat Dihidrat ((COOH)₂.2H₂O) dari Glukosa (C₆H₁₂O₆) dan Asam Nitrat (HNO₃) Dengan Kapasitas 42.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh derajat kesarjanaan (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. Bapak Ir. Azhar, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung, yang telah memberikan banyak ilmu, pengarahan, bimbingan, kritik dan saran untuk kelancaran proses belajar selama di kampus.
2. Bapak Heri Rustamaji, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan pengarahan dan sarannya selama berada di kampus.
3. Ibu Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang tidak kenal lelah memberikan ilmu, pengarahan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir saya.

4. Bapak Edwin Azwar, S.T., M.TA. P.hD. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu, pengarahan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir saya.
5. Ibu Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc. dan Ibu Lia Lismeri, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran, juga selaku dosen atas semua ilmu yang telah penulis dapatkan.
6. Seluruh Dosen dan Staff Teknik Kimia yang telah banyak memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan membantu kelancaran dalam pengerjaan.
7. Kedua Orang Tua Tersayang atas segala dukungan, pengorbanan, do'a, cinta dan kasih sayang yang selalu mengiringi disetiap langkahku. Ria, Ana, Rahul, Arik, Arni, Kiki para adik-adikku, Mbah Tobang, Bulek Lilik, Bulek Atik atas do'a, dukungan, bantuan dan kasih sayangnya. Semoga Allah SWT memberikan perlindungan dan Karunia-Nya.
8. Ferdian Reta W selaku *partner* seperjuangan dalam suka dan duka yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir.
9. Febrina Yohana Dewi, Fahmi Alif Utama Harahap, Nur Rohman, Rezki Ika Pratiwi, dan Tresya Rikherwan yang selalu ada menemani saya disaat apapun suasana hati saya dan dimanapun saya berada. Terimakasih untuk hari yang berwarna-warni di tempat perantauan. Semoga selalu diberi kesehatan jasmani maupun rohani dan semoga apa yang dituju oleh masing-masing dari kita sekarang selalu diberi kelancaran.
10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2010 dari NPM awal sampai akhir: Aulizar, Dwi, Nina, Nur, Octe, Remed, Wike, Yogi, Ade, Faiz, Ari, Chitra, Damay, Delvi, Fahmi, Reta, Galih, Juli, Lisa, Mita, Nine, Novi, Omen, Okta,

Handoko, Rangga, Reza, Tiwi, Riana, Ridho, Sandi, Vastina, Wildan, Yoan, Ayu, Febrina, Fatrin, Masika, Nurul, Silvia, Tauhid, Tresya, Tri Yuni, Putri dan Yudi. Terimakasih yang sebanyak-banyaknya untuk kalian semua yang telah memberikan kepercayaan lebih kepada saya dan membantu saya dalam segala hal. Kalianlah keluarga terbaik yang pernah saya punya di tempat perantauan. Sukses untuk kita semua dan semoga Allah SWT memberi keberkahan setiap langkah yang kita jalani.

11. Teman-teman terbaik saya para penghuni grup Watsapp Gengs : Tiwi, Yoan, Reta, Ridho, Riana, Tri Yuni, Mita, Lisa, dan Putri. Para penghuni grup Watsapp Ko Ha : Andi, Bayau, Deka, Eyu, Icaw, Pangky, Amek, dan Moel. para penghuni grup Watsapp KKN Kece : Putra, Nova, Ulin, Deka, Emak, Juprik, Yunita, dan Juni. Ilyas teman yang secara suka rela memberikan tumpangan pulang kampung, Tito, Irawan, Ali, Panji, Isti dan Nuryah yang selalu nanya kapan lulus. Terimakasih atas *support* yang lebih sehingga saya bisa ditahap ini. Semoga silaturahmi ini selalu terjaga sampai Jannah-Nya.
12. Adik-adik saya Ajeng, Diah, Upi, Elliza, Tari, Nanda, Tika, Popi, Ria, Derti, Alip, Teti, Kiki, Cindi, hilda, Ucup, Sakha, Ipal, Andri, Heru, Agus, Barik, Panji, Akbar, Hermawan, Yuda, Aris, Ulpeh, Tiwi dan lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu di Jurusan Teknik Kimia, terimakasih telah memberikan cerita, pembelajaran, dan pengalaman warna-warni selama berada di kampus. Semoga apa yang kalian cita-citakan segera terpenuhi.
13. Kakak-kakak Saya para penghuni grup Wedding's : Kak Bowo, Kak Ijal, Kak Todi, Kak Iqbal, Kak Lingga, Kak rizki, Kak Budi dan Febe, terimakasih

selalu meluangkan waktunya dan selalu ada setiap saya butuh, semoga Allah SWT selalu melindungi kita dimanapun kita berada sekarang.

14. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka terhadap penulis dan semoga skripsi ini berguna di kemudianhari.

Bandar Lampung, April 2018

Penulis,

Yunike Nurjannah

DAFTAR ISI

COVER	i
ABSTRACK	ii
ABSTRAK	iii
COVER DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	x
MOTO	xi
SANWACANA	xv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxiv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Kegunaan Produk	2
C. Ketersediaan Bahan Baku	2
D. Analisis Pasar	3
E. Lokasi Pabrik	7
II. PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES	
A. Jenis-Jenis Proses	10
B. Pemilihan Proses	14
C. Uraian Proses	34

III. SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

A. Spesifikasi Bahan Baku	36
B. Spesifikasi Katalis	37
C. Spesifikasi Produk	37

IV. NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

A. Neraca Massa	38
B. Neraca Energi	60

V. SPESIFIKASI ALAT

A. Peralatan Proses	72
B. Peralatan Utilitas.....	94

VI. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH

A. Kebutuhan Air.....	138
B. Sistem Penyediaan <i>Steam</i>	153
C. Unit Penyedia Udara Instrumen	155
D. Unit Pembangkit Tenaga Listrik	155
E. Unit Pengadaan Bahan Bakar	155
F. Laboratorium.....	156
G. Pengolahan Limbah	163

VII. TATA LETAK PABRIK

A. Lokasi Pabrik	165
B. Tata Letak Pabrik.....	168
C. Prakiraan Areal Lingkungan	169

VIII. SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN

A. Bentuk Perusahaan.....	174
B. Struktur Organisasi Perusahaan	177
C. Tugas dan Wewenang.....	180
D. Status Karyawan dan Sistem Penggajian.....	188

E.	Pembagian Jam Kerja Karyawan	189
F.	Penggolongan Karyawan dan Jumlah Karyawan	191
G.	Kesejahteraan Karyawan	197

IX. INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

A.	Investasi	200
B.	Evaluasi Ekonomi	206
C.	Angsuran Pinjamam.....	209
D.	<i>Discounted Cash Flow(DCF)</i>	209

X. SIMPULAN DAN SARAN

A.	Kesimpulan	211
B.	Saran	212

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (NERACA MASSA)

LAMPIRAN B (NERACA ENERGI)

LAMPIRAN C (SPESIFIKASI ALAT)

LAMPIRAN D (PERHITUNGAN UTILITAS)

LAMPIRAN E (PERHITUNGAN EKONOMI)

LAMPIRAN F (TUGAS KHUSUS)

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Perkembangan Impor Asam oksalat dihidrat di Indonesia ...	3
1.2 Perkembangan Ekspor Asam oksalat dihidrat di Indonesia...	4
1.3 Perkembangan Konsumsi asam oksalat dihidrat di Indonesia	5
2.1 Stokiometri Proses Oksidasi Karbohidrat	15
2.2 Harga Senyawa Bahan Baku Proses Oksidasi Karbohidrat...	16
2.3 Stokiometri Etilen Glikol.....	17
2.4 Harga Senyawa Bahan Baku Proses Etilen Glikol	17
2.5 Stokiometri Proses Propilen.....	18
2.6 Harga Senyawa Bahan Baku Proses Propilen.....	18
2.7 Data Energi Pembentukan (H_f°) pada Suhu 25 °C	20
2.8 Data Cp (J/mol) liquid masing-masing komponen	20
2.9 Kontribusi Gugus Fungsi pada Glukosa (C ₆ H ₁₂ O ₆) dan Data Cp	22
2.10 Kontribusi Gugus Fungsi pada Asam Oksalat dan Data Cp..	22
2.11 Kontribusi Gugus Fungsi pada <i>-nitratolactic acid</i> dan Data Cp	23
2.12 Data G° (J/mol) masing –masing komponen pada 298 K ...	28
2.13 Kontribusi Gugus Fungsi pada Glukosa (C ₆ H ₁₂ O ₆).....	29
2.14 Kontribusi Gugus Fungsi pada Asam Oksalat.....	29
2.15 Kontribusi Gugus Fungsi pada <i>-nitratolactic acid</i>	29
2.16 Perbandingan Proses-Proses Pembuatan Asam Oksalat.....	33
4.1 Rumus kimia dan berat molekul tiap komponen	39
4.2 Komposisi Bahan Baku	39
4.3 Komponen dari <i>Reactor</i> (RE-201).....	41
4.4 Komponen dari <i>Reactor</i> (RE-201).....	41
4.5 Komponen dari <i>Reactor</i> (RE-201).....	42

4.6	Neraca Massa di <i>Reactor Tank</i> (RE-201).....	44
4.7	Komponen Masuk <i>Crystallizer</i> (CR-301).....	45
4.8	Kelarutan Komponen Keluar dalam H ₂ O	46
4.9	Komponen Keluar <i>Crystallizer</i> (CR-301).....	47
4.10	Neraca Massa <i>Crystalizer</i> (CR-301).....	47
4.11	Komponen Masuk <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	49
4.12	Neraca Massa Komponen <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	50
4.13	Komponen Masuk <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	51
4.14	Komponen Keluar <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	52
4.15	Neraca Massa Komponen <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	52
4.17	Komponen dari <i>Absorber</i> (AB-301).....	54
4.18	Komponen dari <i>Absorber</i> (AB-301).....	54
4.19	Komponen dari <i>Absorber</i> (AB-301).....	54
4.20	Neraca Massa <i>Absorber</i> (AB-301)	56
4.21	Komponen dari Reaktor (RE-301)	58
4.22	Komponen dari Reaktor (RE-301).....	58
4.23	Neraca Massa Reaktor (RE-301)	59
4.24	Data Konstanta Cp (kJ/mol.K).....	62
4.25	Neraca Energi pada <i>Heater</i> (HT-101)	62
4.26	Neraca Energi pada <i>Heater</i> (HT-102)	63
4.27	Neraca Energi Reaktor (RE-201).....	63
4.28	Neraca Energi <i>Crystallizer</i> (CR-301)	64
4.29	Neraca Energi <i>Rotary Dryer</i> (RD-301)	64
4.30	Neraca Panas pada <i>Heater</i> (HT-301).....	65
4.31	Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (CO-301).....	65
4.32	Neraca Energi Absorber (AB-301).....	66
4.33	Neraca pada Energi <i>Reactor</i> (RE-301)	66
4.34	Neraca pada Energi <i>Cooler</i> (CO-302)	67
4.35	Neraca Energi pada <i>Heater</i> (HT-101)	67
4.36	Neraca pada Energi pada <i>Heater</i> (HT-102).....	68
4.37	Neraca pada Energi pada <i>Heater</i> (HT-301).....	68
4.38	Neraca pada energi di Reaktor (RE-201).....	69

4.39	Neraca Energi pada <i>Crystallizer</i> (CR-301).....	69
4.40	Neraca Panas pada <i>Rotary Dryer</i> (RD-301)	70
4.42	Neraca Panas pada <i>Heater</i> (HT-302)	70
4.42	Neraca Energi pada <i>Cooler</i> (CO-301)	71
4.43	Neraca Energi pada <i>Absorber</i> (AB-301)	71
5.1	Spesifikasi <i>Ware House</i> (WH - 101)	72
5.2	Spesifikasi Tangki Glukosa (ST - 101)	73
5.3	Spesifikasi Pompa Proses (PP-101).....	74
5.4	Spesifikasi <i>Heater</i> (HT-101)	75
5.5	Spesifikasi Tangki Asam Nitrat (ST-102)	76
5.6	Spesifikasi Pompa Proses (PP-102).....	77
5.7	Spesifikasi <i>Heater</i> (HT-102)	78
5.8	Spesifikasi Reaktor (RE-201)	79
5.9	Spesifikasi Pompa Proses (PP-201).....	80
5.10	Spesifikasi <i>Crystallizer</i> (CR – 301).....	81
5.11	Spesifikasi Pompa Proses (PP-301).....	82
5.12	Spesifikasi <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	83
5.13	Spesifikasi Pompa Proses (PP-301).....	84
5.14	Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-301).....	85
5.15	<i>Rotary Dryer</i> (RD – 301).....	86
5.16	Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-302).....	87
5.17	Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (SC-301)	88
5.18	Spesifikasi <i>Silo Storage</i> (BE-401)	88
5.19	Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-401).....	89
5.20	Spesifikasi <i>Ware House</i> (WH-401) Produk kristal Asam Oksalat	90
5.21	Spesifikasi Absorber (AB-301).	90
5.22	Spesifikasi Pompa Proses (PP-303).....	91
5.23	Spesifikasi Gudang Katalis (WH-102)	92
5.24	Spesifikasi <i>Reactor</i> (RE-301)	93
5.25	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 501)	94
5.26	Spesifikasi Tangki Alum (ST–501)	95

5.27	Spesifikasi Tangki Kaporit (ST-502).....	96
5.28	Spesifikasi Tangki Soda Kaustik (ST-502).....	97
5.29	Spesifikasi <i>Clarifier</i> (CL-501).....	98
5.30	Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-501).....	99
5.31	Spesifikasi Tangki Air Filter (ST -509).....	100
5.32	Spesifikasi <i>Domestic Water Tank</i> (DOWT - 501).....	101
5.33	Spesifikasi <i>Hydrant Water Tank</i> (HWT - 502).....	102
5.34	Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-501).....	103
5.35	Spesifikasi Tangki Asam Sulfat (ST-505).....	104
5.36	Spesifikasi Tangki <i>Dispersant</i> (ST-506).....	105
5.37	Spesifikasi Tangki Inhibitor (ST-507).....	106
5.38	Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE-501).....	108
5.39	Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE - 501).....	109
5.40	Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE - 501).....	109
5.41	Spesifikasi <i>Demin Water Tank</i> (DWT - 501).....	110
5.42	Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DE-501).....	111
5.43	Spesifikasi Hidrazin (ST- 701).....	112
5.44	Spesifikasi Boiler (BO- 701).....	113
5.45	Spesifikasi <i>Blower Steam</i> (BS- 701).....	114
5.46	Spesifikasi <i>Air Dryer</i> (AD-601).....	114
5.47	Spesifikasi <i>Generator Set</i> (GS-601).....	115
5.48	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 501).....	116
5.49	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 502).....	117
5.50	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 503).....	118
5.51	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 504).....	119
5.52	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 505).....	120
5.53	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 506).....	121
5.54	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 507).....	122
5.55	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 508).....	123
5.56	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 509).....	124
5.57	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 510).....	125
5.58	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU - 511).....	126

5.59	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 512)	127
5.60	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 513)	128
5.61	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 514)	129
5.62	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 515)	130
5.63	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 516)	131
5.64	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 517)	132
5.65	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 518)	133
5.66	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 519)	134
5.67	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 520)	135
5.68	Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 521)	136
6.1	Kebutuhan Air Pendingin	140
6.2	Kebutuhan Air Untuk Umpan Boiler	143
6.3	Kebutuhan Air Air Proses	145
6.4	Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian ...	162
6.5	Pengendalian Variabel Utama Proses	163
7.1	Perincian Luas Area Pabrik Asam Oksalat	170
8.1	Jadwal kerja Masing-Masing Regu	190
8.2	Perincian Tingkat Pendidikan	191
8.3	Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Proses	193
8.4	Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Utilitas	194
8.5	Perincian Jumlah Karya Berdasarkan Jabatan	195
9.1	<i>Fixed capital investment</i>	201
9.2	<i>Manufacturing cost</i>	203
9.3	<i>General Expenses</i>	203
9.4	Biaya Administratif	204
9.5	<i>Minimum acceptable persent return on investment</i>	207
9.6	<i>Acceptable payout time</i> untuk tingkat resiko pabrik	207
9.7	Hasil Uji Kelayakan Ekonomi	210

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Grafik Impor Asam Oksalat di Indonesia	4
1.2 Grafik Ekspor Asam oksalat dihidrat di Indonesia	4
1.3 Grafik Konsumsi Asam oksalat dihidrat di Indonesia	5
1.4 Lokasi Kawasan Industri Katibung Kecamatan Katibung Kabupaten Lampung Selatan, Lampung	8
2.1 Pembuatan Asam Oksalat dari karbohidrat	11
2.2 Pembuatan Asam Oksalat dari propilen	14
4.1 Aliran Massa <i>Reactor Tank</i> (RE-201)	40
4.2 Aliran Massa <i>Crystalizer</i> (CR-301)	44
4.3 Aliran Massa <i>Centrifuge</i> (CF-301)	48
4.4 Aliran Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-301)	51
4.5 Aliran Massa <i>Absorber Tank</i> (AB-301)	53
4.6 Aliran Massa <i>Reactor Tank</i> (RE-301)	57
7.1 Peta Provinsi Lampung	171
7.2 Lokasi Pabrik	172
7.3 Tata Letak Pabrik dan Fasilitas Pendukung	173
8.1 Struktur Organisasi Perusahaan	179
9.1 Grafik Analisa Ekonomi	208
9.2 Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> (Metode <i>Discounted Cash Flow</i>)	209

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini penggunaan asam oksalat dihidrat di industri kimia telah berkembang secara pesat. Asam oksalat dihidrat merupakan senyawa kimia yang banyak terdapat pada bahan nabati maupun hewani. Senyawa kimia yang memiliki rumus $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tidak dapat larut dan tidak dapat terserap oleh tubuh. Oleh karena itu, asam oksalat dihidrat termasuk senyawa yang membahayakan bagi tubuh manusia karena bersifat toksik. Pada umumnya asam oksalat dihidrat digunakan di industri sebagai bahan pencampur zat warna dalam industri tekstil dan cat, menetralkan kelebihan alkali pada pencucian dan sebagai *bleaching* (Rika, 2011).

Kebutuhan asam oksalat dihidrat tercatat dalam tahun 2014 melonjak naik 1,045 % pada tahun 2015. Berdasarkan data dari *Badan Pusat Statistik (BPS)*, impor asam oksalat dihidrat selama tahun 2014 sebesar 1.522 ton sedangkan pada tahun 2015 naik menjadi 1.543 ton. Oleh karena itu, kebutuhan asam oksalat dihidrat dalam negeri akan meningkat secara terus-menerus. Saat ini Indonesia sudah memulai ekspor Asam oksalat dihidrat namun masih dalam jumlah yang sangat kecil bahkan untuk oemenuhan kebutuhan dalam negri produksi nasional asam okslaat dihidrat masih belum memadai.

Asam oksalat dihidrat dapat diproduksi melalui tiga proses diantaranya proses oksidasi karbohidrat dengan senyawa asam nitrat, proses etilen glikol dan proses propilen. Dari ketiga proses tersebut,

proses oksidasi karbohidrat dengan senyawa asam nitratlah yang paling mudah jika direlisasikan di Indonesia karena bahan bakunya terdiri dari glukosa dan asam nitrat dimana kedua bahan tersebut mudah didapat dan banyak diproduksi di Indonesia khususnya Provinsi Lampung serat mempunyai harga yang sangat murah dibandingkan dengan bahan baku pembuatan asam oksalat lainnya (Agustin, 2012).

B. Kegunaan Produk

Adapun kegunaan dari asam oksalat dihidrat adalah sebagai berikut:

- Sebagai bahan pelapis yang melindungi logam dari kerak
- Menetralkan kelebihan alkali pada pencucian dan sebagai bleaching
- Bahan pencampur zat warna dalam industri tekstil dan cat
- Sebagai inisiator dalam pabrik polimer

C. Ketersediaan Bahan Baku

1. Bahan Baku Utama

Indonesia merupakan daerah penghasil singkong yang cukup besar dan hasil turunan dari pengolahan singkong berupa glukosa cair sangat mudah ditemukan di Indonesia. PT. Budi Starch & Sweetener merupakan suatu industri yang bergerak dibidang pati dan pemanis telah lama berdiri di Indonesia dan menghasilkan sirup glukosa dengan kapasitas produksi yang cukup besar. Berikut ini adalah daftar lokasi letak PT. Budi Starch & Sweetener yang menghasilkan produk sirup glukosa yang beroperasi di Indonesia.

- PT. Budi Starch & Sweetener Lampung Tengah dengan kapasitas produksi 64.800 ton/tahun
- PT. Budi Starch & Sweetener Jawa Timur dengan kapasitas produksi 18.000 ton/tahun

- PT. Budi Starch & Sweetener Jawa Barat dengan kapasitas produksi 93.600 ton/tahun
- PT. Budi Starch & Sweetener Jawa Tengah dengan kapasitas produksi 36.000 ton/tahun.

2. Bahan pendukung

Kebutuhan akan utilitas seperti air, steam, dan listrik dapat diperoleh dengan mudah karena Kawasan Industri Katibung Lampung Selatan merupakan pusat industri yang besar di Pulau Sumatra.

D. Analisa Pasar

Analisa Pasar merupakan langkah untuk mengetahui seberapa besar minat pasar terhadap suatu produk. Adapun analisis pasar meliputi data impor, data konsumsi, dan data produksi asam oksalat dihidrat.

1. Impor Asam oksalat dihidrat

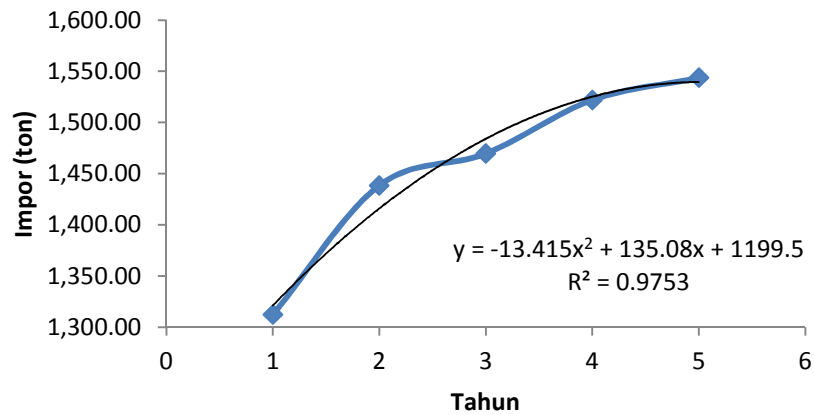
Impor asam oksalat dihidrat dari tahun ke tahun semakin meningkat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.1 Perkembangan Impor Asam oksalat dihidrat di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)	Pertumbuhan (%)
2011	1.312	0,00
2012	1.438	1,096
2013	1.469	1,021
2014	1.522	1,035
2015	1.543	1,014

(Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia, 2011-2015)

Pertumbuhan impor asam oksalat dihidrat rata-rata pertahun adalah 1,042 % dengan volume impor tahun 2015 sebesar 1.543 ton. Berikut ini adalah grafik impor asam oksalat dari tahun 2011-2015.



Gambar 1.1 Grafik Impor Asam oksalat dihidrat di Indonesia

Dengan menghitung persamaan $y = -13,41x^2 + 135,0x + 1199$ diperkirakan impor asam oksalat dihidrat pada tahun 2023 diperkirakan sebesar 4.750 ton/tahun.

2. Ekspor Asam oksalat dihidrat

Berikut ini adalah data ekspor asam oksalat dihidrat yang diperoleh dari *Badan Pusat Statistik (BPS)* selama lima tahun terakhir.

Tabel 1.2 Perkembangan Ekspor Asam oksalat dihidrat di Indonesia

Tahun	Ekspor (ton/tahun)
2011	0
2012	0
2013	0
2014	0
2015	0

(Sumber : *Badan Pusat Statistik Indonesia, 2011-2015*)

Berdasarkan data dari *Badan Pusat Statistik (BPS)* terlihat bahwa beberapa kali Indonesia tidak dapat mengekspor Asam oksalat

dihidrat, hal ini terjadi karena di Indonesia memang tidak ada pabrik yang memproduksi asam oksalat, dengan demikian bisa dikatakan bahwa pabrik produksi Asam oksalat dihidrat Indonesia perlu didirikan agar dapat memenuhi kebutuhan Nasional maupun ekspor.

3. Konsumsi Asam oksalat dihidrat

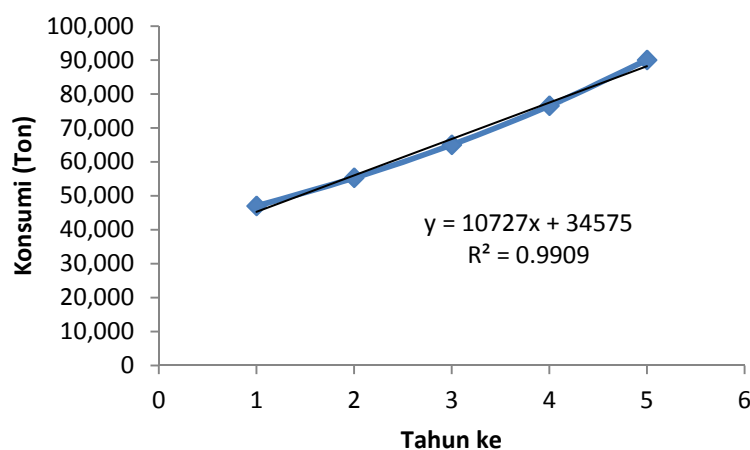
Konsumsi asam oksalat dihidrat dari tahun ke tahun semakin meningkat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.3 Perkembangan konsumsi asam oksalat dihidrat di Indonesia

Tahun	Konsumsi (ton/tahun)	Pertumbuhan (%)
2011	47.000	0,00
2012	55.000	1,15
2013	65.000	1,12
2014	76.500	1,14
2015	90.000	1,15

(Sumber : www.strategyr.com)

Pertumbuhan konsumsi asam oksalat dihidrat rata-rata pertahun adalah 0,15 % dengan volume konsumsi tahun 2015 sebesar 90.000 ton.



Gambar 1.3 Grafik Konsumsi Asam oksalat dihidrat di Indonesia

Dengan menghitung persamaan $y = 10.727x + 34.575$ diperkirakan konsumsi asam oksalat dihidrat pada tahun 2023 diperkirakan sebesar 174.026 ton. Maka dapat dihitung total kebutuhan nasional asam oksalat pentahidrat pada tahun 2023 dengan rumus :

$$PK = DK - DI - DP$$

Dimana:

PK = Peluang Kapasitas Pada Tahun 2023

DK = Data Konsumsi Pada Tahun 2023

DI = Data Impor Pada Tahun 2023

DP = Data Produksi Telah Ada Pada Tahun 2023

Dengan menggunakan rumus diatas, maka didapatkan kapasitas Asam Oksalat pada tahun ke -11 yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Peluang kapasitas} &= (174.026 - 4.750 - 0) \text{ ton/tahun} \\ &= 169.276 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas perancangan pabrik Asam Oksalat adalah sebesar 42.000 Ton/Tahun atau sekitar 25% dari peluang kapasitas.

Berdasarkan pertimbangan diatas dengan kapasitas produksi 42.000 ton/tahun diharapkan

1. Dapat menghentikan impor asam oksalat dihidrat dari negara lain yang terus mengalami peningkatan,

2. memberikan kesempatan pada industri-industri yang menggunakan asam oksalat dihidrat sebagai bahan baku untuk mengembangkan produksinya dan memperolehnya dengan mudah tanpa harus mengimpor serta dapat menghemat biaya operasi,
3. membuka lapangan kerja kepada penduduk di sekitar wilayah pabrik ini didirikan.

E. Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Lokasi pabrik glukosa direncanakan didirikan di Kawasan Industri Katibung Kecamatan Katibung Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Pertimbangan pemilihan lokasi tersebut sebagai berikut :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik, sehingga penyediaan bahan baku sangat diprioritaskan. Lampung Selatan merupakan wilayah paling selatan Provinsi Lampung dan merupakan pintu gerbang Pulau Sumatera dimana akses ekspor impor dapat lebih mudah karena lokasinya yang memiliki banyak pelabuhan. Selain itu untuk akses mendapatkan bahan baku berupa glukosa yang diambil dari Lampung Tengah maupun beberapa industri Gula di Pulau Jawa, Lampung Selatan dinilai sangat cocok karena berada di letak yang strategis.



Gambar 1.4 Lokasi Kawasan Industri Katibung Kecamatan Katibung
Kabupaten Lampung Selatan, Lampung

(Sumber : Google Earth. Diakses pada 19 Oktober 2016,
20:13 WIB)

2. Pemasaran dan Transportasi

Lokasi harus mudah dicapai, sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku maupun pemasaran produk serta terdapat transportasi yang lancar baik darat maupun laut. Kecamatan Katibung Kabupaten Lampung Selatan merupakan daerah strategis karena terletak di Sumatera bagian selatan dan merupakan wilayah pelabuhan (berbatasan dengan selat sunda), sehingga berdekatan dengan kawasan industri Jabodetabek yang merupakan pusat untuk memperluas pemasaran dan perdagangan antar pulau atau kota.

3. Sarana Pendukung Utilitas

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik, baik untuk proses, pendinginan, atau kebutuhan lainnya. Sungai yang mengalir di daerah ini adalah Way Katibung, sungai ini yang nantinya akan di gunakan sebagai sumber air industri. Sedangkan tenaga listrik direncanakan akan disuplai secara eksternal dari PLN Lampung unit pembangkit PLTU Tarahan dan generator apabila terjadi gangguan listrik.

4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja di Indonesia cukup banyak, sehingga penyediaan tenaga kerja tidak begitu sulit di peroleh. Tenaga kerja yang berpendidikan menengah atau kejuruan dapat diambil dari daerah di sekitar pabrik. Sedangkan untuk tenaga ahli dapat di datangkan dari kota lain. Di samping itu lokasi pabrik mudah dijangkau oleh transportasi angkutan yang beroperasi secara permanen pada daerah lokasi pabrik.

5. Perluasan Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di Kawasan Industri Katibung, Kabupaten Lampung Selatan yang ketersediaan lokasi cukup luas, sehingga mempermudah melakukan perluasan area pabrik.

BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

10.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Asam Oksalat Dihidrat dengan kapasitas 42.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses yang baik digunakan untuk prarancangan pabrik asam oksalat dihidrat ini adalah proses oksidasi karbohidrat. Hal tersebut ditinjau dari konversi yang dihasilkan, lama reaksi dalam reaktor, dan G_{Reaksi} dengan nilai minus yang menandakan proses tersebut menggunakan energi yang kecil sehingga lebih menguntungkan.
2. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 18,30% dan sesudah pajak sebesar 14,64%.
3. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 3,67 tahun.
4. *Break Even Point* (BEP) sebesar 51,02% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 24,45%, yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti berproduksi karena merugi.
5. *Interest Rate of Return* (IRR) sebesar 13,48%, lebih besar dari suku bunga bank saat ini yaitu untuk bank negara 4,50% sedangkan untuk bank swasta 8-

14%, sehingga investor akan lebih memilih untuk menanamkan modalnya ke pabrik ini dari pada ke bank.

10.2. Saran

Berdasarkan pertimbangan hasil analisis ekonomi di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Prarancangan Pabrik asam oksalat dengan kapasitas 42.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

Annual Report Industry, 2016. www.nurfarm.com. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2016 pukul 15.10 WIB.

Anonimous A, 2016. <http://www.sciencelab.com>. Diakses pada tanggal 25 Februari 2017 pukul: 15:36 WIB.

Anonimous B, 2016. <http://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/default.aspx>. Diakses pada tanggal 23 Agustus 2016 pukul: 14.00 WIB.

Anonimous D, 2016. *Thermal Oil Heater/ Steam Boiler*.

Anonimous E, 2016. www.jatimprov.go.id. Diakses pada tanggal 26 Oktober 2016 pukul 14:52 WIB.

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

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

Badan Pusat Statistik, 2016. *Statistic Indonesia*. www.bps.go.id. Indonesia. Diakses 9 Oktober 2016 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 6^{ed}*. 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 N-Phosphonomethyl 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 2016 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 2016 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.

Naibaho, Waldemar dan Siagian, Parulian, 2012. Upaya Peningkatan Mutu CPO Melalui Analisis Kebutuhan Diarea Stasiun Klarifikasi PKS 20 Ton TBS/ jam. Jurnal Visi Vol. 20 No. 3 1070-1099, ISSN 0853-0203.

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* No. 047263B1.

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.*Galih santosa.adhiatma.blog. Diakses pada 26 November 2016 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 Design an 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 Stated 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.