

## PRARANCANGAN PABRIK GLISEROL MONOOLEAT DARI GLISEROL DAN ASAM OLEAT DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Ahmad Ardiansyah<sup>1\*</sup>, Suyitno Pringgo<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Jalan A. Yani KM 35, Kampus Unlam Banjarbaru, Kalimantan Selatan

\*Corresponding Author : [ahmad.ardiansyah7396@gmail.com](mailto:ahmad.ardiansyah7396@gmail.com)

### Abstrak

Gliserol monooleat merupakan salah satu jenis surfaktan yang banyak diaplikasikan di dunia industri seperti industri makanan, tekstil, kosmetik, plastik, cat, oli, dan lain sebagainya. Di Indonesia saat ini belum terdapat perusahaan yang memproduksi gliserol monooleat, sehingga Indonesia masih mengimpor gliserol monooleat dalam jumlah yang cukup besar. Perancangan pabrik gliserol monooleat ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun pada tahun 2023 dengan kapasitas 10.000 ton/tahun.

Pembuatan gliserol monooleat dilakukan dengan mereaksikan gliserol dan asam oleat dalam reaktor tangki berpengaduk (RTB) dengan bantuan katalis zeolite dan reaksi bersifat eksotermis (menghasilkan panas). Reaksi berlangsung pada suhu 180 °C dan tekanan 0,02 atm, dengan proses esterifikasi. Hasil keluaran reaktor dialirkan ke Clarifier untuk pemisahan katalis dengan produk. Kemudian produk yang bebas katalis dialirkan menuju vaporizer untuk menguapkan gliserol. Produk atas keluaran vaporizer berupa gliserol di recycle menuju mixer. Diperoleh produk gliserol monooleat dengan kemurnian 83,37 %.

Pendirian pabrik direncanakan berlokasi di Jl. Tri Dharma, Karangturi, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan luas area 16.566 m<sup>2</sup>. Pemasaran Gliserol Monooleat diutamakan untuk konsumsi dalam negeri. Tenaga kerja yang dibutuhkan pabrik gliserol monooleat sebanyak 135 orang dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staf. Kebutuhan utilitas diambil dari sungai brantas sebanyak 2.179,224 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, didapat nilai Return on Investment (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 23%, Pay Out Time (POT) sesudah pajak adalah sebesar 3,1 tahun. Sedangkan nilai Break Even Point (BEP) sebesar 41% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 24%. Berdasarkan pertimbangan hasil analisa kelayakan ekonomi tersebut, maka pabrik Gliserol Monooleat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun layak didirikan.

**Kata kunci :** gliserol monooleat, esterifikasi, gliserol, asam oleat, zeolite.

### 1. Pendahuluan

Dewasa ini perkembangan industri cukup pesat terutama subsektor industri kimia, disebabkan kebutuhan bahan kimia dan barang hasil industri kimia terus meningkat. Salah satu industri kimia terpenting adalah pembuatan larutan gliserol monooleat. Di bidang industri, penggunaan gliserol monooleat cukup luas yaitu sebagai pelumas dasar (*base oil*), surfaktan non-ionik, pengemulsi dan *corroton inhibitor*. Gliserol monooleat juga digunakan sebagai *anti foam* pada pengolahan jus dan sebagai emulsifier lipo filik pada aplikasi air dalam minyak. Gliserol monooleat juga dapat berfungsi sebagai pelembab, *emulsifier*, dan *flavoring agent*. Gliserol monooleat juga banyak digunakan dalam industri kosmetik, secara luas juga

digunakan sebagai eksepian di antibiotik dan obat-obatan lain. Gliserol monooleat juga termasuk ke dalam daftar GRAS (*Generally Recognized as Safe*) dengan tanpa pembatasan fungsi dalam daftar produk makanan (Pardi, 2005).

Indonesia masih mengimpor gliserol monooleat dari berbagai negara untuk mencukupi kebutuhan di dalam negeri. Data impor menunjukkan jumlah penggunaan gliserol monooleat di Indonesia cukup tinggi. Pada tahun 2016, jumlah impor gliserol monooleat sebesar 37.564 ton ([www.undata.com](http://www.undata.com)). Produsen gliserol monooleat terbesar di pasar global adalah perusahaan Procter & Gamble (AS) ([www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id)).



Kebutuhan gliserol monooleat yang cukup tinggi di Indonesia inilah yang menyebabkan Indonesia mengimpor gliserol monooleat dari luar negeri. Adanya pembangunan gliserol monooleat di Indonesia diharapkan bisa memenuhi kebutuhan gliserol monooleat dalam negeri, serta membuka peluang agar Indonesia menjadi salah satu negara pengekspor gliserol monooleat di kawasan Asia, sehingga membuka kesempatan terciptanya lapangan pekerjaan baru, dan dengan dibangunnya pabrik gliserol monooleat di Indonesia maka diharapkan akan mendorong pembangunan pabrik lainnya yang menggunakan bahan baku atau produk gliserol monooleat sebagai bahan baku utama dalam prosesnya. Pembangunan pabrik ini didukung dengan adanya pabrik gliserol yang berada di Indonesia yaitu PT. Unilever Indonesia, Surabaya dan asam oleat dari PT. Wilmar Nabati Indonesia, Gresik. Oleh sebab tersebut, pendirian pabrik gliserol monooleat di Indonesia perlu didirikan agar dapat memenuhi keperluan di dalam negeri maupun agar dapat diekspor sehingga dapat menambah devisa negara. Berdasarkan data statistik tentang perdagangan luar negeri Indonesia, jumlah impor gliserol monooleat sejak tahun 2010 sampai 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.2 (www.undata.com).

**Tabel 1** Data Impor -Ekspor Gliserol Monooleat Indonesia

No.	Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)
1	2010	36.838	49,592
2	2011	35.081	50,172
3	2012	38.061	52,639
4	2013	35.992	51,124
5	2014	35.777	53,874
6	2015	39.207	51,096
7	2016	37.564	50,167

Berdasarkan tabel dapat diperkirakan jumlah kebutuhan gliserol monooleat pada tahun 2023 yang didapatkan dari perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 2001):

$$F = P (1+i)^n \quad \dots(1.1)$$

Pabrik gliserol monooleat direncanakan akan didirikan pada tahun 2023, jadi dapat ditetapkan pemilihan kapasitas pabrik yang akan didirikan sebesar 10.000 ton/tahun guna memenuhi 35% dari jumlah impor gliserol monooleat di Indonesia.

Pabrik gliserol monooleat direncanakan berlokasi di Jl. Tuban-Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur yang berada di Kawasan Industri Gresik tepat untuk pengembangan industri. Pemilihan lokasi berdasarkan atas area transportasi yang memadai dan ketersediaan lahan yang dan dekat dengan pasar dan sumber bahan baku. Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas dengan karyawan total sebanyak 135 orang.

## 2. Deskripsi Proses

Gliserol monooleat dapat ddibua dengan dua metode, yaitu melalui proses esterifikasi dan proses trans-esterifikasi. Berikut adalah perbandingan proses produksi gliserol monooleat dengan esterifikasi dan trans-esterifikasi:

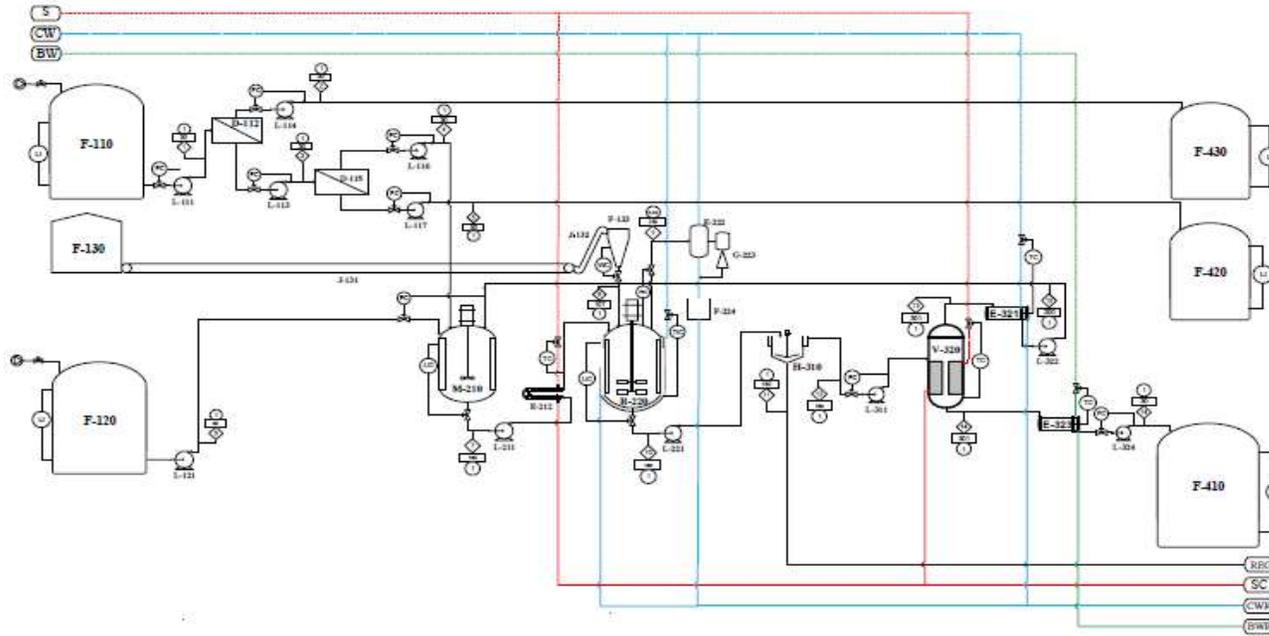
**Tabel 2.** Seleksi Proses Pembuatan Formaldehid

Variabel	Proses Esterifikasi	Proses Trans-Esterifikasi
Konversi	82,5%	70%
Temperatur Operasi	180°C	80 - 255°C
Selektivitas	90%	>90%
Tekanan Operasi	0,3 psig	200 psig
Waktu reaksi	150 menit	330 menit

Berdasarkan perbandingan yang telah ditinjau dari kondisi operasi dan data konversi yang diketahui maka dipilih proses esterifikasi dengan pertimbangan suhu dan tekanan operasi lebih rendah, waktu tinggal lebih singkat dan proses lebih sederhana.



**FLWSHEET**  
**PRARANCANGAN PABRIK GLISEROL MONOOLEAT DARI GLISEROL DAN ASAM OLEAT DENGAN**  
**KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**



NO	KODE	NAMA ALAT	JMLAH
32	F-410	TANGKI PENYIMPANAN GMO	1
31	L-324	POMPA COOLER	1
30	E-323	COOLER	1
29	L-322	POMPA KONDENSOR	1
28	E-321	KONDENSOR	1
27	V-320	VAPORIZER	1
26	L-311	POMPA DUF	1
25	H-310	CLARIFIER	1
24	F-224	HOTWELL	1
23	G-223	JET EJECTOR	3
22	E-222	BAROMATIK KONDENSOR	3
21	L-212	POMPA REAKTOR	3
20	R-210	REAKTOR	3
19	F-133	HOPPER	3
18	L-211	POMPA UMPAN REAKTOR	1
17	J-132	BUCKET ELEVATOR	3
16	J-131	BELT CONVEYOR	3
15	F-130	URESIANG PENYIMPANAN KATALIS	1
14	L-121	POMPA GLISEROL	1
13	F-120	TANGKI GLISEROL	1
12	M-210	MIXER	1
11	L-211	POMPA FEED REAKTOR	1
10	F-430	TANGKI PENYIMPANAN ASAM LINOLEAT	1
9	L-117	POMPA FEED ASAM	1
8	L-116	POMPA ASAM LINOLEAT	1
7	D-113	NANOFILTRASI 2	1
6	L-114	POMPA NANOFILTRASI 2	1
5	F-420	TANGKI PENYIMPANAN ASAM STEARAT	1
4	L-113	POMPA ASAM STEARAT	1
3	D-112	NANOFILTRASI 1	1
2	L-111	POMPA ASAM OLEAT	1
1	F-110	TANGKI ASAM OLEAT	1
NO/KODE	NAMA ALAT	JMLAH	
Ditanyakan Oleh:			
Ahmad Ardiansyah (HDI14021)			
Suyono Pritomo (HDI14038)			
Dosen Pembimbing:			
MELIANA DHARMA PUTRA, ST., M.Sc., Ph.D			
NIP. 19820501 200604 1 014			
Disetujui Oleh: PRARANCANGAN PABRIK GLISEROL MONOOLEAT DARI GLISEROL DAN ASAM OLEAT DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN			
Program Studi S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung Lampung 2024			

Komponen	Aliran 1	Aliran 2	Aliran 3	Aliran 4	Aliran 5	Aliran 6	Aliran 7	Aliran 8	Aliran 9	Aliran 10	Aliran 11	Aliran 12	Aliran 13	Aliran 14	Aliran 15
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam									
Glycerol	-	-	-	-	-	315.611	987.874	-	-	688.558	0.236	688.321	672.263	16.058	672.263
Asam Oleat	1020.380	-	1020.376	1010.172	10.204	-	1010.179	-	-	11.112	0.004	11.108	0.007	11.101	0.007
Asam Linoleat	190.470	-	190.470	-	190.470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asam Stearat	149.660	148.160	1.497	1.497	-	-	1.497	-	-	-	-	-	-	-	-
GMO	-	-	-	-	-	-	3.669	-	-	1056.711	0.363	1056.348	3.669	1052.680	3.669
Air	-	-	-	-	-	0.744	0.774	-	64.762	-	-	-	-	-	-
GDO	-	-	-	-	-	-	0.0004	-	-	180.964	0.062	180.902	0.000	180.901	0.000
GMS	-	-	-	-	-	-	0.036	-	-	1.922	0.001	1.922	0.036	1.886	0.036
Zeolit	-	-	-	-	-	-	-	6.012	-	6.012	6.012	-	-	-	-
Total	1360.510	148.160	1212.343	1011.669	200.674	316.355	2004.029	6.012	64.762	1945.279	6.678	1938.6015	675.9754	1262.6260	675.9754

Gambar 1. Flow Diagram Process

Proses pembuatan gliserol monooleat dilakukan melalui beberapa tahap yaitu :

#### a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama untuk membuat gliserol monooleat adalah gliserol dan asam oleat. Asam oleat yang dipakai berasal dari PT Wilmar yang memiliki konsentrasi 75% sehingga perlu dipisahkan agar proses reaksi dapat berjalan maksimal. Asam oleat 75% dipisahkan dengan melalui dua buah membrane nanofiltrasi. Asam oleat kemudian dialirkan ke dalam *mixer* dengan kondisi suhu °C dan tekanan 1 atm. Bahan baku kedua adalah gliserol yang dialirkan ke dalam *mixer* dengan kondisi suhu 30 °C dan tekanan 1 atm.

*Mixer* berfungsi untuk mencampurkan bahan baku dengan umpan *recycle* dari produk atas *vaporizer*. *Mixer* juga berfungsi sebagai *holding tank* sementara. Setelah dari *mixer*, bahan baku kemudian dialirkan ke dalam *heater* dan dipanaskan sampai suhu 180 °C.

#### b. Pembentukan Produk

Gliserol dan asam oleat mengalami reaksi esterifikasi menjadi gliserol monooleat dan gliseril dioleat dalam reaktor dengan kondisi operasi pada temperatur 180°C dengan tekanan 1 atm. Reaksi ini bersifat eksotermis sehingga melepas sejumlah panas selama reaksi berlangsung sehingga meningkatkan suhu reaktor. Sehingga untuk mencegah kenaikan suhu terjadi maka dibutuhkan media pendingin untuk menyerap panas yang terjadi selama proses berlangsung. Adapun reaksi pembentukan gliserol monooleat yang terjadi adalah sebagai berikut.



Sedangkan reaksi pembentukan gliserol dioleat adalah sebagai berikut:



#### c. Pemurnian Produk

Tahap pemurnian produk bertujuan untuk memisahkan produk utama, yaitu gliserol monooleat dari gliserol dioleat dan gliserol. Produk yang keluar reaktor diumpankan menuju *vaporizer* dengan kondisi operasi suhu 301 °C dan tekanan 1 atm. Produk atas *vaporizer* berupa gliserol diumpankan kembali ke *mixer* sebagai *recycle*. Sebelum masuk ke *mixer*, produk atas *vaporizer* terlebih dahulu dikondensasi di kondensor. Sedangkan produk bawah *vaporizer* akan diumpankan ke dalam *cooler* sampai suhu 30°. Kemudian dipompakan dengan pompa menuju produk gliserol monooleat untuk disimpan.

Berdasarkan tinjauan termodinamika, suatu reaksi diketahui bersifat eksotermis atau endotermis melalui data dan perhitungan sebagai berikut.

**Tabel 3.** Data  $\Delta H_f^\circ$  pada suhu 298 K (Coulson, 2005)

Komponen	$\Delta H_f$ (kJ/kmol)
Asam Oleat	-764,80
Gliserol	18,303
Gliserol Monooleat	-914,09
Gliserol Dioleat	-10,84
Air	-242

Perhitungan Entalpi pada suhu 298 K

$$\Delta H_{reaksi} = (\Delta H_{produk} - \Delta H_{reaktan})_{298}$$

$$\Delta H_{reaksi} = -1156,09 - (-764,497)$$

$$\Delta H_{reaksi} = -409,593 \text{ kJ/kmol}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa reaksi pembentukan gliserol monooleat bersifat eksotermis yang ditunjukkan dengan  $\Delta H_f$  yang bernilai negatif.

Reaksi pembentukan gliserol monooleat merupakan reaksi orde 2 dengan perhitungan:

$$(-r_A) = k.CA_0 (1 - X_A)(C_{B0} - CA_0.X_A)$$

$$-dCA_0(1-X_A)/dt = k.CA_0 (1 - X_A)(M - XA)$$

diintegrasikan menjadi

$$\frac{1}{(M-1)} \ln\left(\frac{M-X_A}{M(1-X_A)}\right) = kCA_0 t$$

$$k = \frac{1}{(CA_0 (M-1))} \ln\left(\frac{M-X_A}{M(1-X_A)}\right)$$

$$k = \frac{1}{(0,02 (3,0-1) \times 2,5)} \ln\left(\frac{3,0-83\%}{3,0 (1-83\%)}\right)$$

$$k = 171,3 \text{ L/kmol.jam}; \text{ maka}$$

Berdasarkan perhitungan neraca massa, komposisi masuk dan keluar reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
Gliserol	987,874	668,558
Asam Oleat	1010,179	11,112
Asam Stearat	1,497	0
Air	0,774	64,762
Gliserol Monooleat	3,669	1056,711
Gliserol Dioleat	0,0004	180,964
Gliserol Monostearat	0,036	1,922
Total	2010,041	2010,041



### 3. Utilitas

Sumber air untuk pabrik gliserol monooleat diperoleh dari sungai Bengawan Solo dengan debit air 2.160.000 m<sup>3</sup>/detik. Pembangkit listrik utama pabrik menggunakan generator dengan bahan bakar *diesel oil* diperoleh dari PT. Pertamina dan sebagian kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN. Kebutuhan utilitas keseluruhan yang diperlukan dalam operasi pabrik formaldehid dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kebutuhan Utilitas Pabrik Gliserol Monooleat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	1550,4163kg/jam
Air	27396,6019 m <sup>3</sup> /hari
Listrik	256,2800kW
Bahan Bakar	93,0217liter/jam

### 4. Analisis Ekonomi

Data harga bahan baku dan produk pada pabrik formaldehid dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6.** Daftar Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (Rp/kg)
Asam Oleat	13.186
Gliserol	12.209
Gliserol Monooleat	39.558

Biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik formaldehid dapat dilihat pada tabel 7 :

**Tabel 7.** Total Biaya Pabrik Formaldehid

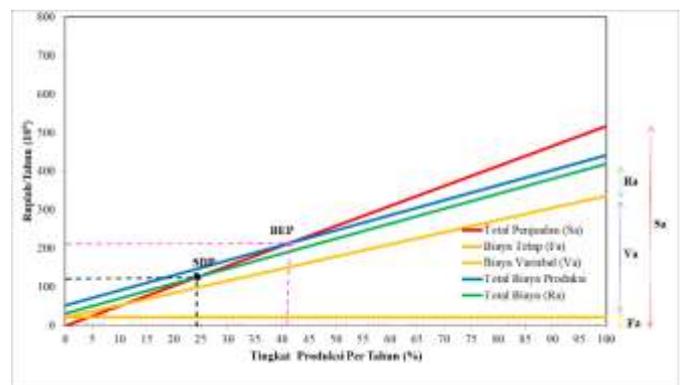
Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	164.242.715.201
TPC	441.487.019.335
TCI	257.431.996.041
WC	86.773.549.777

Dapat diketahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan pabrik tersebut potensial untuk didirikan atau tidak maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan ekonominya. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan ekonomi antara lain adalah *Percent Profit on Sales (POS)*, *Percent Return On Investment (ROI)*, *Pay Out Time (POT)*, *Net Present Value (NPV)*, *Interest Rate of Return (IRR)*, *Break Even Point (BEP)*, dan *Shut Down Point (SDP)*. Hasil Analisa kelayakan ekonomi pada pabrik formaldehid dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Analisa Ekonomi

Analisa Kelayakan	Nilai	Batasan	Ket
ROI	23%	Min. 11%	Layak
POT	3,1 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	41%	40-60%	Layak
SDP	24%	20-40%	Layak

*Return on investment (ROI)* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. *Pay out time (POT)* adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui berapa lama investasi yang telah dilakukan akan kembali. *Break Event Point (BEP)* adalah titik impas (suatu kondisi dimana pabrik menunjukkan biaya dan penghasilan jumlahnya sama atau tidak untung atau tidak rugi). *Shut down point* adalah suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expanse (Fa)* dibandingkan harus produksi. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit) (Aries, 1955). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik formaldehid dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** BEP dan SDP Pabrik Formaldehid kapasitas 50.000 Ton/tahun

### 5. Kesimpulan

Hasil analisa perhitungan pada Prarancangan Pabrik Gliserol Monooleat dari Gliserol dan Asam Oleat dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 10.000 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT). Bentuk organisasi yang direncanakan adalah *line* dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan 135 orang. Pabrik terletak di Jl. Tuban-Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur





yang berada di Kawasan Industri Gresik dengan luas tanah yang dibutuhkan adalah 16.556 m<sup>2</sup>. Kelayakan pembangunan pabrik dapat dilihat dari beberapa faktor hasil perhitungan analisis ekonomi, yaitu didapatkan nilai ROI 23%, POT 3,1 tahun, BEP 41% dan SDP 24%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik gliserol monooleat ini layak dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik

## Daftar Pustaka

- Aracil, J., Sanchez, N., Martinez, M., 1992. *Selective Esterification of Glycerin to 1-Glycerol Monooleate*. 28040 Madrid, Spain.
- Anneken, David J., et. al. 2006. *Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Fatty Acid*. Wiley-VCH Verlag GmbH and Co., Weinheim.
- Burdock, A. 1997. *Encyclopedia of Food and Color Adhesive*. Volume 3. CRC Inc., New York.
- Chen, J and E. Dickinson. 1999. *Colloid Surfactant, Volume 2*. McGraw-Hill: London.
- Goto, S., Tagawa, T., & Yusoff, A. (1991). Kinetics of the Esterification of Palmitic Acid with Isobutyl Alcohol, 23(4), 17–26.
- Hermann Birnbaum, dkk., 1958. *Process for Preparing Monoglycerides of Fatty Acids*. Pennsylvania, 719,774.
- Hui, Y.H. 1996. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 5<sup>th</sup> Edition, Volume 4, Edible Oil and Fat Products: Processing Technology*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Kirk, E. and Othmer, D. F. 1981. *Encyclopedia of Chemical Technology* 3 edition, Volume 9. The Interscience Encyclopedia, John Willey and Sons, Inc. New York.
- O'Neil, J. 2001. *The Merck Index - Encyclopedia of Chemicals Drugs and Biological*. 13th Editions. Whitehouse Stations, Merck and Co. Inc. Hal: 1762
- Pardi. 2005. *Optimasi Proses Produksi Gliserol Monooleat Dari Gliserol Hasil Samping Biodiesel*. Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara.
- Timmerhaus., Klaus D. and Max S. Peter . 1991 . *Plant Design and Economics for Chemicals Engineers*. New York : McGraw Hill.

