

PRARANCANGAN PABRIK NITROGLISERIN DARI GLISERIN DAN ASAM NITRAT MENGGUNAKAN PROSES BIAZZI DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN

Ahmad Gazaly, Hero Islami*

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jalan A. Yani KM 35, Kampus Unlam Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*Corresponding Author: heroislami9@gmail.com

Abstrak

Nitrogliserin atau 1,2,3-trinitroksipropana, merupakan senyawa yang sangat mudah untuk meledak, berbentuk seperti minyak, dan tak berwarna dengan rumus kimia $C_3H_5N_3O_9$. Nitrogliserin dapat digunakan sebagai bahan peledak maupun digunakan sebagai obat-obatan. Nitrogliserin jika diolah menjadi bahan peledak termasuk dalam jenis bahan peledak yang memiliki daya ledak tingkat tinggi yang dapat diaplikasikan sebagai bahan peledak berbentuk dinamit dan juga sebagai propelan. Sedangkan jika nitrogliserin digunakan sebagai obat nitrogliserin dapat memberikan efek mengurangi rasa sakit dan juga mengurangi frekuensi pada orang yang terkena serangan angina pektoris.

Pabrik nitrogliserin yang akan dibangun diproduksi dari gliserin dan asam nitrat menggunakan proses biazzi. Gliserin dan asam nitrat direaksikan pada fase cair dalam reaktor dengan konversi 99,43% dengan kondisi operasi temperatur $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan berlangsung pada tekanan 1 atm menggunakan reaktor continuous stirred tank reactor, menggunakan katalis asam sulfat yang berfungsi untuk memecah ion nitrit pada sulfat dan membuat ion nitrit menyerap air yang terbentuk selama reaksi berlangsung. Reaksi yang terjadi dapat melepaskan panas ke lingkungan atau bersifat eksotermis sehingga untuk mempertahankan suhu, reaksi panas yang timbul harus secepatnya dihilangkan, selanjutnya pemurnian menggunakan dekanter. Produk akhir diperoleh 99% nitrogliserin. Kapasitas produksi 10.000 ton/tahun dengan 9.500 ton/tahun mencukupi kebutuhan dalam negeri dan 500 ton/tahun untuk dilakukan ekport ke Thailand dan Malaysia dan dapat dioperasikan mulai tahun 2023. Lokasi pabrik direncanakan di Kawasan Industri Trisakti-Basirih, Kalimantan Selatan dengan luas tanah yang diperlukan 70.000 m^2 . Membutuhkan tenaga kerja sebanyak 156 orang serta perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang memiliki sistem garis dan staf pada organisasinya. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, didapatkan sebesar 51,16 % pada BEP dan sebesar 32,83 % pada SDP sehingga dari hasil yang didapatkan bahwa pabrik ini memiliki kelayakan untuk didirikan.

Kata Kunci: gliserin, asam nitrat, nitrogliserin, proses biazzi, katalis asam sulfat

1. Pendahuluan

Kawasan Asia Tenggara masih memiliki banyak negara yang sedang berkembang salah satunya adalah Indoneisa, dimana perkembangan yang dapat dirasakan ialah pada sektor bidang industri. Hal ini dapat dilihat secara langsung dengan banyaknya industri yang sedang dikembangkan, baik industri yang dapat memproduksi untuk kebutuhan dalam negri maupun untuk memenuhi kebutuhan luar negri (ekspor). Pemerintah sudah tentu sangat terbantu dengan adanya perkembangan pada sektor industri ini, karena dengan tumbuhnya suatu industri khususnya dalam hal lapangan pekerjaan yang

bertambah sehingga secara langsung akan mengurangi jumlah pengangguran, yang akan dapat meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat terkhusus pada masyarkat pada daerah sekitar kawasan industri

Glycerol trinitrate atau dikenal dengan nama lain Nitrogliserin atau 1,2,3 *propanatriol* merupakan zat kimia yang mempunyai rumus molekul $C_3H_5N_3O_9$, dapat diperoleh melalui proses nitrasi gliserin dengan asam campuran berupa asam nitrat dan asam sulfat yang terjadi pada kondisi operasi yang telah ditetapkan. Nitrogliserin merupakan salah satu bahan dasar dari *propelant*. Bahan umum yang



digunakan dalam industri bahan peledak biasanya merupakan campuran nitroglycerin dan nitroselulosa. Selain itu, nitroglycerin juga digunakan dalam ilmu kedokteran, yaitu sebagai obat meredakan sakit dan dapat meminimalisir frekuensi serangan jantung (*angina pectoris*) (Zaidar, 2003).

Nitroglycerin dibuat dengan cara mereaksikan asam nitrat dengan gliserin dan asam sulfat sebagai katalisnya. Indonesia memiliki potensi untuk mendirikan pabrik nitroglycerin dikarenakan bahan baku semuanya ada di Indonesia asam nitrat didapat dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek yang berkapasitas 55.000 ton/tahun, gliserin dari PT. Cisadane Raya Chemicals, Tangerang yang berkapasitas 120.000 ton/tahun dan asam sulfat dari PT. Mahkota Indonesia, Jakarta yang berkapasitas 50.000 ton/tahun. Harapan didirikannya pabrik nitroglycerin agar Indonesia tidak lagi mengimpor dan dapat membuka lapangan kerja baru.

Kebutuhan impor nitroglycerin di Indonesia pada tahun 2011 sampai dengan 2016 (Badan Pusat Statistik, 2017), serta kebutuhan import nitroglycerin pada Thailand dan Malaysia (comtrade.un.org).

Tabel 1 Kebutuhan Nitroglycerin di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1.	2011	90,004	0
2.	2012	190,213	111,33
3.	2013	65,665	-65,47
4.	2014	205,686	213,24
5.	2015	205,675	-0,005
6.	2016	315,465	53,38
Rata-rata			62,495

Tabel 2 Kebutuhan Nitroglycerin di Thailand

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1.	2011	379,105	0
2.	2012	378,385	-0,1899
3.	2013	420,690	11,1804
4.	2014	499,717	18,785
5.	2015	633,471	26,7659
Rata-rata			14,1354

Tabel 3 Kebutuhan Nitroglycerin di Malaysia

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1.	2011	43,117	0
2.	2012	15,236	-64,663
3.	2013	26,408	73,326
4.	2014	75,457	185,7353
5.	2015	59,343	-21,355
6.	2016	42,346	-28,641
Rata-rata			28,88

Pabrik nitroglycerin direncanakan akan dibangun pada tahun 2021 dan beroperasi pada tahun 2023. Perhitungan yang digunakan adalah *discounted method* dengan rumus sebagai berikut :

$$m_5 = P (1+i)^n$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

Dari perhitungan yang didapatkan pabrik nitroglycerin yang akan didirikan pada tahun 2023 memiliki peluang kapasitas sebesar 10.000 ton/tahun, 9.500 ton/tahun untuk keperluan dalam negeri dan 500 ton/tahun dilakukan ekspor. Sehingga pada pabrik nitroglycerin ini, kapasitas produksi yang akan dirancang sebesar 10.000 ton/tahun, dengan pertimbangan :

1. Kapasitas ini sudah diatas kapasitas pabrik terendah yang berdiri yaitu 6.500 ton/tahun.
2. Memenuhi kebutuhan dalam negeri sebesar 9.500 ton/tahun,.
3. Kelebihan sebesar 500 ton/tahun akan di ekspor ke negara Thailand dan Malaysia.

Pabrik nitroglycerin direncanakan berlokasi di kawasan industri Trisakti-Basirih, Kalimantan selatan, Indonesia. Pemilihan lokasi dengan beberapa pertimbangan yaitu tersedianya lahan yang cukup, untuk transportasi sangat dengan pelabuhan, dekat dengan sumber air dan wilayah kalimantan selatan dapat dikatakan bebas dari gempa. Bentuk perusahaan yang direncanakan ialah Perseroan Terbatas (PT) dengan total karyawan yang dibutuhkan sebanyak 156 orang.

2. Deskripsi Proses

Proses produksi nitroglycerin dapat dilakukan dengan tiga proses, yaitu proses *Schmid-Meissner Process*, *Biazzi Continous Process*, *Nitro Nobel Injector Process*.

Tabel 4 Perbandingan Proses Produksi Nitroglycerin

Parameter	Proses		
	<i>Scmid-Meissner Process</i>	<i>Biazzi Continous Process</i>	<i>Nitro Nobel Injector Process</i>
Katalis	Asam sulfat	Asam sulfat	Asam sulfat
Aspek Teknis	-	-Suhu (°C): 15 -Tekanan (atm): 1 -Reaksi: Eksotermis	-Suhu (°C): 45-50 -Tekanan (atm): 1 -Reaksi: Eksotermis
Konversi	95%	99,43%	-
Waktu Reaksi	50-60 menit	7 menit	-



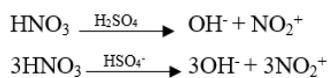
Berdasarkan perbandingan proses pada Tabel 4, proses yang dipilih untuk menghasilkan nitroglicerin adalah *Biazzzi Continuous Process* dengan pertimbangan:

1. Proses Biazzzi lebih efisien dibandingkan dengan ketiga proses tersebut (untuk kapasitas perancangan yang sama, ukuran alat yang digunakan lebih kecil)
2. Proses Biazzzi lebih sederhana jika dibandingkan dengan dengan proses *Nitro nobel injector* dan *Scmid-Meissner Process*, terutama pada alat pemurnian.
3. Proses yang paling baru.
4. Produksi lebih cepat dibandingkan dengan proses *Nitro nobel injection*.
5. Lebih aman dikarenakan jumlah nitroglicerin pada saat operasi lebih sedikit.
6. Reaktor memiliki kondisi operasi 1 atm dan suhu 15 °C dengan konversi 99,43 %.

Nitroglicerin dapat diproduksi dalam tiga tahapan, yaitu :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Gliserin dan asam campuran yang berupa campuran asam nitrat dan asam sulfat sebelum direaksikan dalam reaktor. Bahan baku gliserin yang digunakan memiliki kemurnian 99,5%. Tahap penyiapan bahan baku dimulai dengan mengalirkan asam sulfat (F-130) dan asam nitrat (F-120) dari tangki penyimpanan dialirkan menuju mixer (M-140) untuk dilakukan pencampuran dengan presentase penggunaan asam nitrat dan asam sulfat sebesar 48%:52%. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan larutan asam campuran dan untuk memecah asam nitrat menjadi ion nitrit (Kirk R.E & Othmer D.F., 1999). Reaksi yang terjadi dalam mixer adalah :

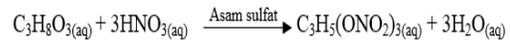


Tahap selanjutnya mengalirkan gliserin (F-110) dari tangki dan larutan asam campuran dari mixer (M-140) ke dalam reaktor (R-210) untuk direaksikan dan membentuk produk.

2. Tahap Pembentukan Nitroglicerin

Pada tahap ini gliserin dan asam campuran dimasukkan kedalam reaktor tangki alir berpengaduk (R-210). Konversi direaktor adalah 99,43% dan reaksi berlangsung pada suhu 15 °C (*isothermal*) dan tekana 1 atmosfer. Reaksi yang terjadi didalam reaktor dapat melepaskan panas ke lingkungan, sehingga kondisi *isothermal*

perlu pendingin yang mengalirkan pendingin melalui jaket pendingin. Media pendingin yang digunakan untuk menjaga kondisi *isothermal* ialah *cooling brine* NaCl. Adapun reaksi yang terjadi di reaktor adalah:



3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Tujuan dari tahap pemurnian dan pemisahan adalah memisahkan produk nitroglicerin dari impuritasnya sehingga didapatkan produk nitroglicerin dengan kemurnian 99,9%. Produk yang keluar dari reaktor dipanaskan kemudian dialirkan menuju *Neutralizer* (R-220). Di dalam *neutralizer* asam sulfat dinetralisasi menggunakan natrium hidroksida (NaOH) cair 48% yang dipompa dari tangki penyimpanan NaOH (F-221). Adapun reaksi yang terjadi didalam *neutralizer* adalah :



Keluaran dari *neutralizer* dialirkan menuju dekanter I (H-330) untuk pemisahan tahap pertama yaitu memisahkan natrium nitrat (NaNO₃), gliserin (C₃H₈O₃) yang tidak bereaksi, dan air (H₂O). Hasil atas dekanter I berupa NaNO₃, NaSO₄, H₂O, C₃H₈O₃, C₃H₅N₃O₉ dialirkan menuju UPL, sedangkan hasil bawah dekanter I berupa C₃H₅N₃O₉, NaSO₄, H₂O masuk kedalam dekanter II (H-340) untuk melanjutkan pemisahan antara nitroglicerin (C₃H₅N₃O₉) dan natrium sulfat (NaSO₄). Hasil atas dekanter II berupa nitroglicerin dan sedikit air dialirkan menuju tangki penyimpanan nitroglicerin (F-310), sedangkan hasil bawah berupa natrium sulfat dan air dialirkan menuju UPL.

Process engineering flow diagram prarancangan pabrik nitroglicerin dapat dilihat pada Gambar 1.

Reaksi pembentukan nitroglicerin merupakan reaksi orde 2 yang mana dapat kita lihat dari satuan berikut perhitungan (Lu Kai Tai dkk, 2007).

$$k = A \cdot e^{-E/RT}$$

dimana:

$$A = 9,79 \cdot 10^{22} (\text{liter/mole})^{1-n-m} / \text{min}$$

$$E = 122 \text{ kJ/g-mol}$$

$$T = 288,15 \text{ K}$$

$$R = 8,3144 \text{ J/mol K}$$



Dari perhitungan diatas didapatkan nilai $k = 7,47975$ L/kmol.min

Berdasarkan orde 2 dapat dihitung laju pembentukan nitrogliserin sebagai berikut:

$$-r_a = K.C_A.C_B$$

dimana:

$$k = 7,47975 \text{ L/kmol.min}$$

$$C_A = 0,0001 \text{ kmol/L}$$

$$C_B = 0,0155 \text{ kmol/L}$$

Sehingga didapatkan laju reaksi pembentukan nitrogliserin sebesar 0,00054048 kmol/L.jam

Berdasarkan perhitungan neraca massa didapatkan komposisi aliran masuk dan keluar reaktor dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Komposisi Aliran Masuk dan Keluar Reaktor

Komponen	Aliran (kg/jam)	
	Masuk	Keluar
Gliserin	515,9696	2,9410
Asam sulfat	1829,4883	1829,4883
Asam nitrat	1172,9883	119,0491
Air	886,7418	1190,4601
Nitrogliserin	-	1265,8423
TOTAL	4407,7808	4407,7808

Daftar harga bahan baku dan produk dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (per kilogram)
Gliserin	Rp 20.295,00
Asam sulfat	Rp 6.088,00
Asam nitrat	Rp 5.818,00
Natrium Hidroksida	Rp 2.706,00
Nitrogliserin	Rp 162.897,00

Sumber : www.molbase.com

3. Utilitas

Unit utilitas adalah unit yang sangat mempengaruhi beroperasinya suatu pabrik. Agar pabrik dapat beroperasi dengan baik maka ada beberapa sarana pendukung yang harus diperhatikan seperti ketersediaan air, kebutuhan energi listrik, keperluan bahan bakar, dan lainnya. Kebutuhan air untuk pabrik nitrogliserin dapat langsung diperoleh dari Sungai Martapura yang terletak tetap disamping pabrik dengan debit air sebesar 8233,9971 liter/jam yang telah diolah sebelumnya dengan menggunakan unit utilitas untuk selanjutnya digunakan dalam keperluan proses dan kebutuhan lainnya (kantor, laboratorium, kantin dan tempat

ibadah serta poliklinik).Keperluan listrik disuplai dari generator dan PLN KALSETENG, sedangkan untuk keperluan bahan bakar pabrik untuk generator dan boiler berupa solar yang dapat diperoleh dari PT. Pertamina. Total kebutuhan unit utilitas dapat dilihat dari Tabel 6.

Tabel 6 Kebutuhan Utilitas Pabrik Nitrogliserin

Kebutuhan	Jumlah
Air	8233,9971 Kg/jam
Uap (steam)	53,2609 Kg/jam
Listrik	475,02 kW
Bahan Bakar	1,41514583 L/jam
Pengolahan Limbah	25943,6563 L/jam

4. Analisis Ekonomi

Analisa ekonomi diperlukan untuk memperkirakan pabrik layak untuk didirikan atau tidak. Pabrik dapat dikatakan sehat apabila dapat memenuhi semua keperluannya dan dapat mendatangkan keuntungan atau profit. Analisa ekonomi yang dilakukan pada prarancangan pabrik nitrogliserin ini didasari pada peluang kapasitas produksi serta perkiraan jumlah bahan baku yang diperlukan, peralatan utama dan alat penunjang proses lainnya. Biaya yang diperlukan untuk pendirian pabrik nitrogliserin dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Jumlah Biaya Pendirian Pabrik Nitrogliserin

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	294.631.301.653,4
TPC	865.047.036.859,31
TCI	480.076.487.193,28
WC	21.045.092.975,24

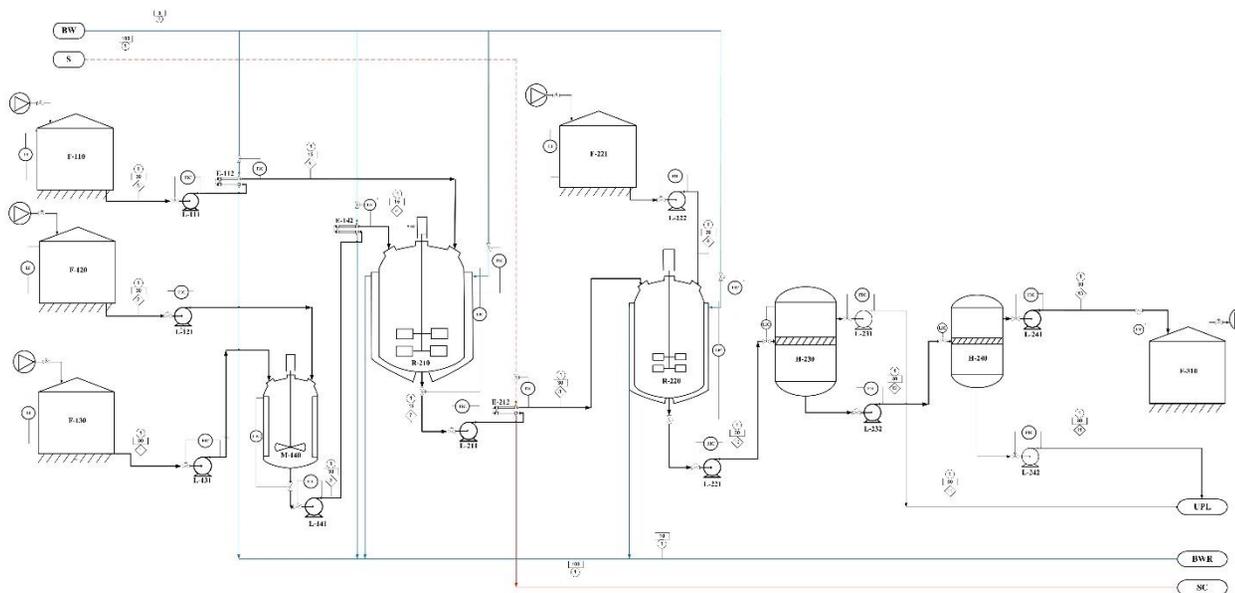
Beberapa cara yang digunakan untuk dapat menyatakan kelayakan pendirian pabrik nitrogliserin antara lain *percent return on investment (ROI)*, *pay out time (POT)*, *interest rate of return (IRR)*, *break event point (BEP)* dan *shut down point (SDP)*.

Tabel 7 Analisis Ekonomi

Analisa Kelayakan	Nilai	Batasan	Ket
ROI	29%	Minimal 11%	Layak
POT	2,5 th	Maksimal 5 th	Layak
IRR	18,66%	> 13%	Layak
BEP	53,28%	40% - 60%	Layak
SDP	35,54%	20%-40%	Layak



PRARANCANGAN PABRIK NITROGLISERIN DARI GLISERIN DAN ASAM NITRAT MENGGUNAKAN PROSES BIAZZI DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN



Komponen	Neraca Massa (Kg/Jam)													
	Nomor Aliran													
	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
$C_3H_8O_3$	-	-	-	-	515,9696	515,9696	2,941027	2,941027	-	2,941027	2,941027	-	-	-
HNO_3	-	1172,988	1172,988	1172,988	-	-	119,0491	119,0491	-	-	-	-	-	-
H_2SO_4	1829,488	-	1829,488	1829,488	-	-	1829,488	1829,488	-	-	-	-	-	-
H_2O	37,3365	849,41	886,74	886,74	2,592812	2,592812	1190,46	1190,46	1699,8	3596,331	3594,536	1,795904	1,746864	0,04904
$NaOH$	-	-	-	-	-	-	-	-	1569,047	-	-	-	-	-
$C_3H_5N_3O_9$	-	-	-	-	-	-	1265,842	1265,842	-	1265,842	4,962937	1260,879	1260,879	-
$NaNO_3$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160,6217	160,6217	-	-	-
Na_2SO_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2650,891	0,066532	2650,825	-	2650,825
Total	1866,825	2022,394	3889,218	3889,218	518,5625	518,5625	4407,781	4407,781	3268,847	7676,628	3763,128	3913,5	1262,626	2650,874

KETERANGAN

	Steam		Tekanan (atm)
	Steam Condenser		Temperature (°C)
	Unit Pengolahan Limbah		Nomor Aliran
	Boiling Water		Raw Material
	Boiling Water Return		Product
	Temperature Indicator Control		Level Indicator Control
	Level Indicator		Flow Indicator Control

24	L-242	POMPA DEKANTER 2 MENJUJI UPL	2
23	F-310	TANGKI PENYIMPANAN NITROGLISERIN	6
22	L-241	POMPA PRODUK	2
21	H-240	DEKANTER 2	1
20	L-232	POMPA DEKANTER 1 MENJUJI DEKANTER 2	2
19	L-231	POMPA DEKANTER 1 MENJUJI UPL	2
18	H-230	DEKANTER 1	1
17	L-221	POMPA NETRALIZER	2
16	R-220	NETRALIZER	1
15	L-222	POMPA NATRIUM HIDROKSIDA	2
14	F-221	TANGKI PENYIMPANAN NATRIUM HIDROKSIDA	4
13	E-212	HEATER 1	1
12	L-211	POMPA REAKTOR	2
11	R-210	REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK	1
10	E-142	COOLER 2	1
9	L-141	POMPA MIXER	2
8	M-140	MIXER	1
7	L-131	POMPA ASAM SULFAT	2
6	F-130	TANGKI PENYIMPANAN ASAM SULFAT	2
5	L-121	POMPA ASAM NITRAT	2
4	F-120	TANGKI PENYIMPANAN ASAM NITRAT	3
3	E-112	COOLER 1	1
2	L-111	POMPA GLISERIN	2
1	F-110	TANGKI PENYIMPANAN GLISERIN	2
NO	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH

Dikerjakan Oleh:
AHMAD GAZALY (H1D13007)
HERO ISLAMI (H1D13010)

Dosen Pembimbing:
 Lailan N'imb. M. Eng
 NIP. 19840119 201212 2 003

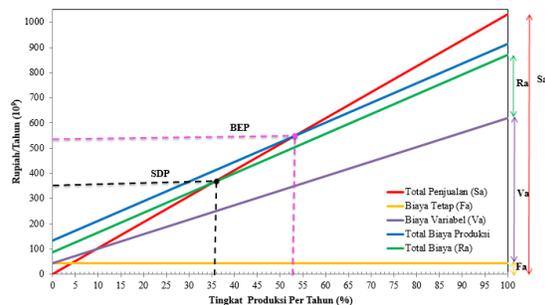
FLUORISHER
 PRARANCANGAN PABRIK NITROGLISERIN DARI GLISERIN DAN ASAM NITRAT MENGGUNAKAN PROSES BIAZZI DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
NOVEMBER, 2017

Gambar 1 Process Engineering Flow Diagram Prarancangan Pabrik Nitroglicerin dari Gliserin dan Asam Nitrat Menggunakan Proses Biazzi dengan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 10.000 ton/tahun



Return on investment (ROI) merupakan tingkat keuntungan yang didapatkan dari investasi yang telah dikeluarkan. Persentasi yang besar menyatakan pabrik memiliki keuntungan yang besar dan layak untuk berdiri. *Pay out time (POT)* merupakan waktu yang diperlukan agar modal yang telah dikeluarkan dapat kembali yang didasari dari keuntungan yang dicapai. Perhitungan POT dapat menjadi dasar berapa lama suatu pabrik dapat mengembalikan investasi yang telah dikeluarkan. *Interest rate of return (IRR)* berdasarkan *discounted cash flow* merupakan suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan dimasa yang akan datang tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran modal dan menurut Haryadi, 2012 pabrik layak berdiri jika nilai IRR lebih besar dari nilai bunga bank. *Break event pont (BEP)* merupakan pabrik mengalami kondisi tidak menghasilkan keuntungan atau juga tidak menerima kerugian atau bisa dikatakan sebagai titik impas. *Shut down point (SDP)* merupakan kondisi pabrik lebih menguntungkan untuk ditutup dibandingkan dengan harus melanjutkan operasinya. Grafik kelayakan analisa ekonomi pabrik nitrogliserin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik *Break Event Point* dan *Shut Down Point* Prarancangan Pabrik Isobutilena dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan prarancangan pabrik nitrogliserin dari gliserin dan asam nitrat menggunakan proses *biazzi* dengan katalis asam sulfat kapasitas 10.000 ton/tahun layak untuk didirikan. Hal ini dapat dilihat dari beberapa faktor hasil perhitungan analisa ekonomi, yaitu didapatkan nilai sebesar 29% untuk ROI, nilai POT sebesar 2,54 tahun, IRR 18,66%, BEP 53,28% dan SDP 35,54% sehingga pabrik layak untuk didirikan

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S.and Newton, R.D., 1955.*Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: MC Graw Hill Book Company inc.
- Badan Pusat Statistika, 2011-2016. Statistik Perdagangan Impor Nitrogliserin Indonesia.
<http://bps.go.id>
- Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Fessenden, R.J., J.S Fessenden. 1997. Dasar-Dasar Kimia Organik. Diterjemahkan oleh Maun, S., Anas, A&Sally, s. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Geankoplis, Christie John. 1997. *Transport Processes and Unit Operation Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hesse, H. C. 1945. *Process Equipment Design*. D. Van Nostrand Company, Inc. New Jersey.
- Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: Mc.Graw Hill.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F. 1968. *Encyclopedia of Chemical Technology* 3rd ed. A Wiley Inter Science Publisher Inc., New York.
- Mc Ketta, J. J. 1976. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Perry, R.H. & Don Green. 1984. *Chemical Engineer's Hand Book, 6th ed*. McGraw-Hill Book Co. Tokyo.
- Poedjiadi, A. 2006. Dasar – Dasar Biokimia. Edisi Revisi. Jakarta: UI - Press. Ketaren, S. 1986. Minyak Dan Lemak Pangan. Cetakan I. Jakarta: UI – Press.
- Technical Manual*. Headquarters. Department Of The Army. No. 9-1300-214. Washington, dc 20 september 1984. *Military explosives*.
- Tai Lu kai et all. (2008). The kinetic parameters and safe operating cinditions of nitroglycerine manufacture in the CSTR of Biazzi process. *Process Safety and Enviromental Protection Science Direct* 86 , 37-47.
- Timmerhaus, Klaus D and Max S.P. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers Fourth Edition*. Singapore: Mc Graw Hill.





- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: John Willey and Sons.
- Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, McGraw Hill Book Company, New York.

