

Pra Rancang Bangun Bioetanol Dari Nira Aren Dengan Kapasitas 1.438.269 Liter/Tahun Dengan Alat Utama Fermentor

Nicodemus Susilo ¹⁾, S.P. Abrina Anggraini ²⁾ Taufik Iskandar ³⁾
PS Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi
Email : marentivictoria30@gmail.com

ABSTRAK

Bioetanol (C₂H₅OH) merupakan salah satu biofuel yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Merupakan bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan yang memiliki keunggulan karena mampu menurunkan emisi CO₂ hingga 18%, dibandingkan dengan emisi bahan bakar fosil seperti minyak tanah. Bioetanol dapat dibuat dari bahan-bahan bergula, berpati (karbohidrat), ataupun berserat seperti singkong atau ubi kayu, tebu, nira, ubi jalar, jagung, ganyong dan lain-lain. Bahan bergula yang digunakan untuk menghasilkan bioetanol tersebut yaitu dari Nira Aren karena dilihat dari ketersediaan bahan baku dan tidak memerlukan proses pendahuluan karena bentuk senyawa karbohidratnya sudah siap diubah oleh mikrobial sehingga nira tersebut dapat langsung difermentasi. Pra Rancang Bangun Bioetanol dari Nira Aren dengan Kapasitas 1.438.269 Liter/Tahun dengan menggunakan Alat Fermentor tersebut menggunakan proses Fermentasi Anaerob. Lokasi pabrik direncanakan akan didirikan di Desa Trente, Kecamatan Candimulyo, Kabupaten Magelang – Jawa Tengah. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT). Berdasarkan analisa ekonomi, Pabrik Bioetanol dari Nira Aren ini layak didirikan dengan penilaian investasi sebagai berikut: Total Capital Investment (TCI) : Rp. 14.990.743.048; Return Of Investment (ROI) sebelum dan sesudah pajak 35,51 % dan 31,96 %; Pay Out Time (POT) 2,9 tahun; Break Even Point (BEP): 34,8 %; Internal Rate Of Return (IRR) : 58,24 %.

Kata-kata Kunci : bioetanol, proses anaerob, nira aren

ABSTRACT

Bio-ethanol is one of biofuel that comes as an alternative fuel which is more become an eco-friendly and renewable. An alternative fuel that processed from plant that have an advantage of being able to reduce CO₂ emission until 18% compared to others fuel emissions, such as kerosene. Bio-ethanol can be produced from a large variety of sugars, starchy (carbohydrates), or fibrous such as cassava, sugar cane, sweet potato, corn, ganyong etc. the sugary ingredients used to produced bio-ethanol are palm juice, it can be seen from the availability of raw materials and it does not need a preliminary process because of the form of the carbohydrates compounds are ready to be changed by microbes, so the palm juice can be fermented directly. Pre-design of bio-ethanol of palm juice to a capacity of 1.438.269 liter/years by using main devices fermentor by using Anaerobe fermentation process. The company's location is planned to build in Desa Trente, Kecamatan Candimulyo, Kabupaten Magelang – Central Java. The form of the company is a Limited Liability Company (PT). Based on economic analysis, Bio-ethanol palm juice Factory is proper to build with investment assessment as follows: Total Capital Investment (TCI) : Rp. 14.990.743.048; Return Of Investment (ROI) before and after tax 35,51 % and 31,96 %; Pay Out Time (POT) 2,9 years; Break Even Point (BEP): 34,8 %; Internal Rate Of Return (IRR) : 58,24 %

Keywords: *bio-ethanol, anaerobe process, palm nira*

PENDAHULUAN

Menurut data Kementerian Energi, Sumberdaya dan Mineral (2014), Produksi minyak bumi tahun 2013 sebesar 287 550 170 barrel dan mengalami penurunan pada tahun 2014 menjadi 238 670 486.63 barrel. Untuk mengantisipasi terjadinya krisis bahan bakar minyak bumi (BBM) pada masa yang akan datang. Saat ini telah dikembangkan pemanfaatan etanol sebagai sumber energi terbarukan, contohnya untuk pembuatan bioetanol dan gasohol.. Bioetanol merupakan salah satu biofuel yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Merupakan bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan yang memiliki keunggulan karena mampu menurunkan emisi CO₂ hingga 18%, dibandingkan dengan emisi bahan bakar fosil seperti minyak tanah (Anonim, 2007a). Salah satu bahan potensial adalah nira aren. Nira aren menurut Widyawati (2012) adalah cairan yang disadap dari bunga jantan pohon aren, yang tidak lain adalah hasil metabolisme dari pohon tersebut. Cairan yang disebut nira aren ini mengandung gula antara 10-15%. Menurut Pontoh, 2013 komposisi komponen gula masing-masing yaitu glukosa sekitar 0,4-0,5%, fruktosa 0,5-0,6% dan Sukrosa sekitar 10-13%. Karena kandungan gulanya tersebut maka nira aren dapat diolah menjadi minuman ringan maupun minuman beralkohol (tuak/legen), siruparen, nata de arenga, cuka aren dan etanol.

Nira aren dari 12 - 15 liter menghasilkan 1 liter etanol yang berkadar 99,6% (Eka Bukit,2006) dan (Syakir dan D.S. Effendi. 2010). Sehingga dari data perolehan bahan baku maka dilakukan Pra Rancang Bangun Bioetanol Dari Nira Aren Dengan

Kapasitas 1.438.269 Liter/Tahun Menggunakan Alat Utama Kolom Destilasi.

Proses Produksi

Berikut merupakan uraian proses secara rinci pra rancang bangun pembuatan bioetanol dari nira aren dengan proses fermentasi.

a. Persiapan bahan baku

Nira aren dari storage bahan baku (F-111) dialirkan menuju screening (F-115) untuk menyaring partikel-partikel seperti serat lain dan pasir yang mengganggu proses fermentasi dan alat yang digunakan tidak cepat rusak. Nira aren yang sudah bersih dialirkan menuju Fermentor (R-110)

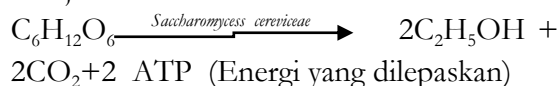
b. Reaksi

Nira aren yang sudah bersih dialirkan menuju Fermentor(R-110) untuk melakukan proses fermentasi. Proses fermentasi tersebut dilakukan secara bersamaan dengan bantuan *saccharomyces cerevisiae* dan Urea dari Tangki pencampur (M-116). *saccharomyces cerevisiae* sebanyak 5% dari volume fermentasi dan penambahan bahan nutrisi yaitu urea sebanyak 0,4 gr/l dalam larutan fermentasi dan diatur pH 4-4,5dengan penambahan asam sulfat yang berkadar 98 % dari bin penampung asam sulfat (F-117).

Fermentor tersebut dijaga dalam kondisi tekanan 1 atm, pH 4 ,suhu 35⁰c dan lama waktunya adalah 34 jam. dalam Fermentor tersebut akan mengalami reaksi untuk pembentukan etanol. Pada tahap ini, gula-gula sederhana akan dikonversi menjadi etanol. Selanjutnya nira akan menghasilkan etanol sampai kandungan etanol dalam tangki mencapai 7-12% (biasa disebut cairan *beer*), dan kemudian *saccharomyces cerevisiae* tersebut akan menjadi tidak aktif, karena kelebihan CO₂ akan berakibat racun bagi *saccharomyces cerevisiae*. Tahap ini

menghasilkan gas CO₂ sebagai produk samping dan *sludge* sebagai limbahnya.

Berikut adalah reaksi pembentukan glukosa menjadi etanol:



Glukosa Etanol Karbondioksida
(Nurdyastuti, 2008).

Salah satu tanda bahwa fermentasi sudah selesai adalah tidak terlihat lagi adanya gelembung-gelembung udara. Hasil fermentasi tersebut mendapatkan Kadar etanol kurang lebih 7% - 12%. (Yuarini, 2007).

c. Pemisahan dan Pemurnian

Selanjutnya etanol yang keluar dari Fermentor (R-110) dipompa (L-121) menuju destilasi (D-120) setelah dipanaskan melalui heater (E-122). sebagian besar etanol dan sebagian kecil air dalam kolom akan menguap pada suhu tersebut dan menuju bagian atas kolom. Uap etanol dan air di kondensasikan di dalam kondensor (E-131) sehingga akan mengalami perubahan fase yaitu liquid. Sebagian liquid dikembalikan ke kolom sebagai refluks dan sebagian lain etanol yang berkadar 95% dikeluarkan menuju dehidrator (D-130) untuk proses pengadsorpsi air sehingga mendapatkan kadar etanol 98%. Beer yang tidak menguap akan menuju bagian bawah kolom dan diumpankan ke Reboiler (E-123) untuk mendidihkan kembali etanol yang masih terdapat dalam beer. Uap etanol beserta air dikembalikan ke kolom sedangkan komponen lainnya diteruskan menuju unit waste.

d. Penanganan produk

Etanol yang sudah murni dialirkan menuju storage produk (F-132) dan dikemas dalam botol kemudian siap dipasarkan.

Utilitas

Utilitas yang digunakan dalam Pra Rancang Pabrik Bioetanol dari Nira Aren tersebut adalah:

1. Air berfungsi untuk air proses dll
2. Listrik berfungsi menjalankan alat produksi dll
3. Bahan bakar berupa Biodiesel
4. Steam

Instrumen

Perancangan pabrik Bioetanol ini menggunakan berbagai instrumen dalam alat-alat proses. instrumen yang digunakan yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Instrumen dalam alat produksi:

No	Alat	Instrumen
1	Fermentor	TIC
2	Reboiler	TC
3	Kondensor	TC
4	Heater	TC
5	Dehidrator	TC
6	Destilasi	TIC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kapasitas produksi didasarkan pada data ketersediaan bahan baku yang sesuai dengan data di Badan Pusat Statistik (BPS).

Tabel 2. Produksi Perkebunan Aren Jawa Tengah.

Tahun	Produksi Nira Aren (Liter)	Kenaikan (%)
2009	3.764,80	105.753.232
2010	4.516,28	126.862.305 19,96
2011	4.263,47	119.760.872 - 5,59
2012	3.571,32	100.318.379 - 16,23
2013	3.486,86	97.945.897 - 2,36
2014	4.787,52	134.481.437 37,30
Rata-Rata	4.065,04	114.187.020 5,116

Sumber (BPS Jawa tengah 2014)

Untuk menentukan kapasitas produksi pabrik baru pada tahun 2019 dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

F = perkiraan kapasitas produksi Tahun mendatang 2019

P = Jumlah produksi tahun 2014

i = Nilai persentase kenaikan tiap tahun

n = Selisih waktu perkiraan (2014-2019) = 5 Tahun

Asumsi :

$$F = p (1 + i)^5$$

$$F = p (1 + i)^5$$

$$= 134.481.437 \left(1 + \left(\frac{5,11}{100}\right)\right)^5$$

$$= 134.481.437(1 + 0,051)^5$$

$$= 134.481.437(1,051)^5$$

$$= 172.592.330,7 \text{ Liter/tahun}$$

$$= 172.592.330,7 \text{ Liter/tahun}$$

(densitas nira aren = 1,02 Kg/Liter.

Basis perhitungan dalam perancangan pabrik ini diambil 10% dari potensi nira aren :

$$= 10\% \times 172.592.330,7 \text{ Liter/Tahun}$$

$$= 17.259.233,07 \text{ Liter/Tahun}$$

Kapasitas produksi:

12-15 liter nira menghasilkan 1 liter etanol yang berkadar 99,6% (EkaBukit,2006)

$$= \frac{17.259.233,07}{12} = 1.438.269 \text{ Liter/Tahun}$$

Tabel 3. Neraca Massa Fermentor

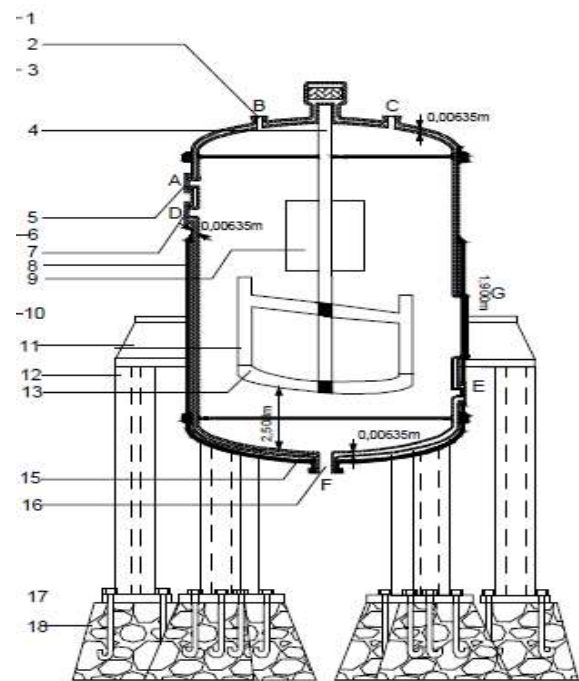
	Masuk	Keluar	Waste
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Massa (Kg/jam)	
Glukosa	24,42	485,49	
Etanol	24,42613	224,5082	
H ₂ O	1795,21	1348,109	
H ₂ SO ₄	0,17	0,17	
Sc	112,2	129,9	
Sukrosa	425,0147		
V.Tank P			
CO ₂			214,747
O ₂			0,503264
NH ₃			-5,03778
% Loss			80,84351
Total	2479,32	2479,32	

Tabel 4. Neraca Panas Fermentor

	Masuk	Keluar
Q In	4894,83	Q out beer 8025,9
Hr Total	-714.134	Q out Gas 411,7483
		Q serap 710.501
		Q Loss 90,42733809
Total	719.029	719.029

Perancangan Alat Fermentor

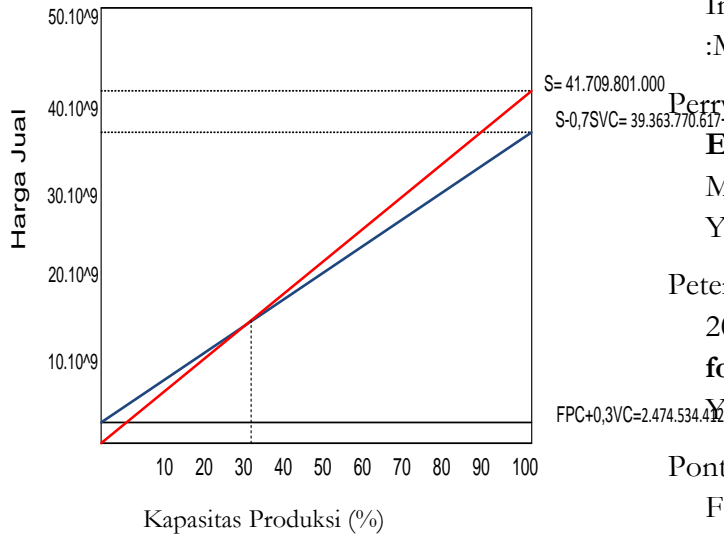
- Diameter Luar = 2,286 m
- Diameter dalam = 2,26 m
- Tinggi tangki (Ls) = 3,03 m
- Tinggi Shell = 0,3 m
- Tinggi tutup atas dan bawah (ha dan hb) = 0,3 m
- Tebal tutup atas dan bawah (tha dan thb) = 2/16 in = 0,015 m



POTONGAN MEMBUJUR

Gambar 1. Tampak membujur kolom Fermentor

ANALISA EKONOMI



Gambar 2. Grafik BEP

KESIMPULAN

Pra Rancangan Bangun Bioetanol dari Nira Aren ini layak didirikan berdasarkan parameter - parameter ekonomi seperti berikut :

- *Total Capital Investment (TCI)*
: Rp. 14.990.743.048
- *Return Of Investment (ROI_{BT})* : 35,51 %
- *Return Of Investment (ROI_{AT})* : 31,96 %
- *Pay Out Time (POT)* : 2,9 Tahun
- *Break Even Point (BEP)* : 34,8 %
- *Internal Rate Of Return (IRR)* : 58,24 %

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2014. Luas Areal (Ha) dan Produksi (Ton) Aren Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Tengah
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. New Delhi : Willey Eastern Limited.
- Geankoplis, C.J. 1993. *Transport Process and Unit Operation*. 3rd Edition. New Jersey : Prentice-Hall.

Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. International Student Edition. Tokyo : McGrawHill.

Perry, Robert H. 2006. **Perry's Chemical Engineering Handbook, 8th ed.** McGraw-Hill Companies Inc: New York.

Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D. 2003. **Plant Design and Economics for Chemical Engineers. 5th ed.** New York: McGraw-Hill.

Pontoh, Julius., Gunawan, Indriani., Fatimah, Feti. Analisis Kandungan Protein Dalam Nira Aren. *ChemProg*, Vol. 4, No.2 (2011)

Prastowo, B. 2007. Potensi Sektor Pertanian Sebagai Penghasil dan Pengguna Energi terbarukan. *Perspektif Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*. 6(2):57-104.

Syakir dan D.S. Effendi. 2010. Prospek Pengembangan Tanaman Aren (*Arenga pinnata* MERR) untuk Bioetanol, Peluang dan Tantangan. Makalah disajikan dalam Workshop Peluang, Tantangan dan Prospek Pengembangan Aren untuk Bioetanol Skala Industri dan UMKM, Hotel Salak Bogor 21 Januari 2010. hlm.17.

Ulrich, D. Gael. 1984. **A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic**. Jhon Willey and Sons Inc: New York.

Widyawati N. 2011. *Sukses Investasi Masa Depan dengan Bertanam Pohon Aren*. Lily Publisher, Yogyakarta.