

Pra Rancang Bangun Bioetanol dari Nira Aren dengan Kapasitas 1.438.269 Liter/Tahun Menggunakan Alat Utama Kolom Destilasi

Maria Erenta Mbaru ¹, S.P. Abrina Anggraini ², Taufik Iskandar ³

^{1,2,3} PS Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi

Email : mbaru.mariaerenta@yahoo.com

ABSTRAK

Bio-ethanol adalah salah satu biofuel yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan terbarukan. Bahan bakar alternatif yang diolah dari tanaman yang memiliki keunggulan karena mampu mengurangi emisi CO₂ hingga 18% dibandingkan dengan emisi bahan bakar lainnya, seperti minyak tanah. Bio-etanol dapat diproduksi dari berbagai macam gula, tepung (karbohidrat), atau berserat seperti singkong, tebu, ubi jalar, jagung, ganyong (*Canna edulis*) dll. Bahan-bahan manis yang digunakan untuk memproduksi bio-ethanol adalah nira sawit, hal ini dapat dilihat dari ketersediaan bahan baku dan tidak perlu proses pendahuluan karena bentuk senyawa karbohidrat yang siap diubah oleh mikroba, sehingga sawit nira bisa difermentasi secara langsung. Pra-desain bio-etanol nira sawit ke kapasitas 1.438.269 liter / tahun dengan menggunakan perangkat utama koleksi distilasi dengan menggunakan proses fermentasi Anaerobe. Lokasi perusahaan direncanakan untuk dibangun di desa Trente, Kecamatan Candimulyo, rumah bupati Magelang - Jawa Tengah. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT). Berdasarkan analisis ekonomi, Pabrik Bio-etanol nira sawit layak untuk dibangun dengan penilaian investasi sebagai berikut: Total Modal Investasi (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%; Tingkat Pengembalian Internal (IRR): 58,24%

Kata-kata kunci : bioetanol, proses anaerob, nira kelapa

ABSTRACT

*Bio-ethanol is one of biofuel that comes as an alternative fuel which is more become an eco-friendly and its 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 (*Canna edulis*) etc. the sugary ingredients used to produced bio-ethanol are palm nira, 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 nira can be fermented directly. Pre-design of bio-ethanol of palm nira to a capacity of 1.438.269 liter/years by using main devices of distillations collections by using Anaerobe fermentation process. The company's location is planned to build in village Trente, Subdistrict Candimulyo, regent house Magelang – Central Java. The form of the company is a Limited Liability Company (PT). Based on economic analysis, Bio-ethanol palm nira 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

Permintaan akan energi terus meningkat dengan bertambahnya populasi manusia, Sehingga terjadi kekurangan energi, salah satunya adalah bahan bakar minyak (BBM) yang sering dialami oleh negara Indonesia. Sebagai konsekuensinya maka suatu keharusan untuk mencari sumber lain yaitu diperlukan pemanfaatan sumber energi terbarukan contohnya bioetanol. 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). Bioetanol merupakan hasil fermentasi dari bahan bergula yang sering digunakan dalam industri minuman beretanol, industri farmasi sebagai bahan obat-obatan dan antiseptik, serta industri kosmetika (Rahayu, 1991). Bioetanol dapat dibuat dari bahan-bahan bergula, berpati (karbohidrat), ataupun berserat seperti singkong atau ubi kayu, tebu, nira, ubijalar, jagung, ganyong dan lain-lain. Hampir semua tanaman yang disebutkan diatas merupakan tanaman yang sudah tidak asing lagi, karena mudah ditemukan dan beberapa tanaman tersebut digunakan sebagai bahan pangan (Assegaf, 2009). 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

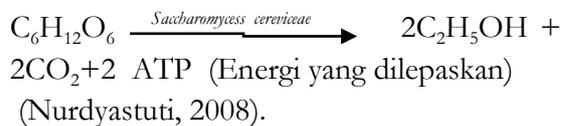
Nira aren dari storage bahan baku (F-111) dialirkan menuju screening (F-115) untuk menyaring partikel-partikel seperti serat lain dan pasir yang mengganggu proses fermentasi dan alat yang digunakan tidak cepat rusak. Nira aren yang sudah bersih dialirkan menuju Fermentor (R-110)

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 4-4,5 dengan penambahan asam sulfat yang berkadar 98 % dari bin penampungan asam sulfat (F-117).

Fermentor tersebut dijaga dalam kondisi tekanan 1 atm, pH 4, suhu 35^oc 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:



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 kondensator (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 kekolom 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
2. Listrik
3. Bahan bakar Biodiesel
4. Steam

Instrumen

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

Tabel 1. Instrumen

No	Alat	Instrumen
1	Fermentor	TIC
2	Reboiler	TC
3	Kondensator	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
2011	4.263,47	119.760.872
2012	3.571,32	100.318.379
2013	3.486,86	97.945.897
2014	4.787,52	134.481.437
Rata-Rata	4.065,04	114.187.020

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

$$\begin{aligned} \text{Asumsi : } F &= p (1 + i)^5 \\ &= 134.481.437 (1 + \left(\frac{5,11}{100}\right))^5 \\ &= 134.481.437(1 + 0,051)^5 \\ &= 134.481.437(1,051)^5 \\ &= 172.592.330,7 \text{ Liter/tahun} \\ &= 172.592.330,7 \text{ Liter/tahun} \end{aligned}$$

(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% (Eka Bukit,2006)

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

Tabel 3. Neraca Massa Destilasi

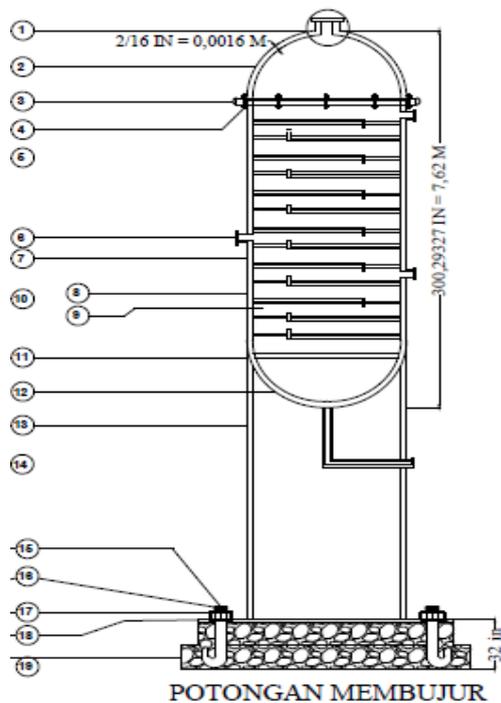
Komponen	Masuk Massa (Kg/jam)	Keluar Massa (Kg/Jam)	Waste
Glukosa	485,49		485,49
Etanol	224,50	213,28	11,22
H2O	1348,10	67,40	1280,70
H2SO4	0,17		0,17
Sc	129,9		129,9
Total	2188,27		2188,27

Tabel 4. Neraca Panas Kolom Destilasi

	Masuk	Keluar
Q In	59990,78	Q6 12008,42
Q Reboiler	1.169.079	Q4 6.958,99459
Q kondensor	1.209.120,594	
Total	1.228.088	1.228.088

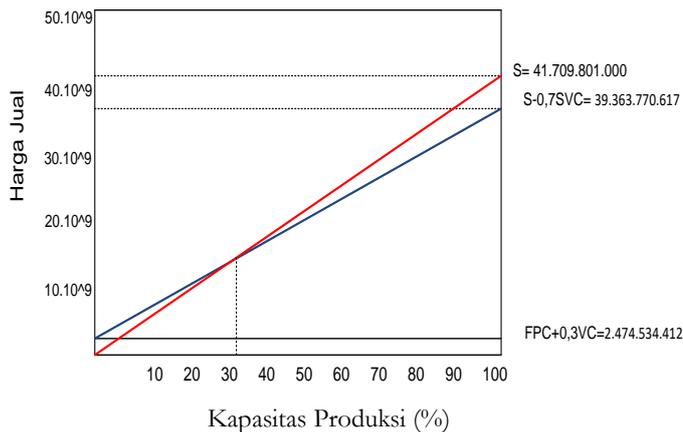
Perancangan Alat Destilasi (Alat Utama)

- Diameter kolom = 7,169631478 ft = 86,03557774 = 2,185304 m
- Tinggi tangki (Ls) = 300,29325 in = 7,6 m
- Jumlah Plate/Tray= 13 buah
- Jarak antara Tray (I) = 18 in = 0,4572 m = 45,72 cm
- Tinggi tutup atas dan bawah (ha dan hb) = 15,146625 in = 0,384724275 m = 38,47cm
- Tebal tutup atas dan bawah (tha dan thb) = 2/16 in = 0,001612315 m



Gambar 1. Tampak membujur kolom destilasi

ANALISA EKONOMI



Gambar 2. Grafik Break Even Point

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa ekonomi, Pra Rancang Bangun Bioetanol dari Nira Aren layak untuk didirikan dilihat dari aspek ekonomi sebagai 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.
- Hugot, E. 1972. *Handbook of Cane Sugar*. New York : Elsevier Company.
- 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. 2011. Analisis Kandungan Protein Dalam Nira Aren. *ChemProg*, Vol. 4, No.2

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.