

PERANCANGAN ALAT PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT MENJADI BIOETANOL

Ardian Rahmat Irawan Sinaga¹, Abidan Napitupulu², Ronald Naibaho²

^{1,2} Akademi Teknik Deli Serdang

Email: ardiansinaga.atds@gmail.com

ABSTRAK

Sumatera Utara salah satu propinsi yang menghasilkan 12% dari hasil produksi minyak CPO dari 45,1 Juta Ton hasil di tahun 2021. Produksi minyak sawit akan menghasilkan limbah dalam jumlah besar seperti limbah cair (*Palm Oil Mill Effluent*), tandan kosong (*Empty Fruit Bunches*), serat, dan cangkang. POME diproses menggunakan pengolahan Anaerobik sebelum dilepaskan ke lingkungan akan menghasilkan gas CH₄ dan bau busuk ke lingkungan serta merusak lingkungan sekitar, hasil simulasi pengolahan POME menjadi bioetanol dilakukan perancangan sebuah alat yang tahapan prosesnya perlakuan awal (*Pretreatment*), Ekstraksi (*Extraction*), Fermentasi (*Fermentation*), Destilasi (*Distillation*) dan Hasil dan Residu (*By-Product*) dirancang dengan volume maksimal yang dapat di tampung adalah 100L dengan Ø50 cm dan tinggi 52 cm, tinggi tiang destilasi 192, 29 cm dengan sekat didalamnya dengan jarak 20cm, bagian tiang landai setinggi 190,1 cm, jarak saluran keluar dengan tiang 41,14 cm dan terhubung ke kondensor dengan diameter pipa Ø 0,8 cm, tinggi uliran pipa 16,4 cm

Kata Kunci: POME, Kelapa Sawit, Alat, Bioetanol, Lingkungan

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara pengekspor dan produksi minyak kelapa sawit terbesar di dunia, pada tahun 2021 produksi minyak CPO (*Crude Palm Oil*) sebesar 45,1 Juta Ton, Sumatera Utara salah satu propinsi yang menghasilkan 12% dari hasil produksi minyak CPO [1]. Kelapa sawit yang di produksi di pabrik kelapa sawit sekitar 10% yang di ekstrak menjadi minyak, 90% lagi menjadi limbah . Produksi minyak sawit akan menghasilkan limbah dalam jumlah besar seperti limbah cair (*Palm Oil Mill Effluent*), tandan kosong (*Empty Fruit Bunches*), serat, dan cangkang. POME (*Palm Oil Mill Effluent*), memiliki kandungan organik dan mengandung karbohidrat, lipid, dan protein umumnya, pabrik kelapa sawit di Provinsi Sumatera Utara diproses menggunakan pengolahan Anaerobik sebelum dilepaskan ke lingkungan. Metode seperti ini membuang limbah ke kolam limbah akan menghasilkan gas CH₄ dan bau busuk ke lingkungan serta merusak lingkungan sekitar. [2]

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi dari komposisi dan karakteristik dari limbah cair dari pabrik kelapa sawit yang di hasilkan antara lain kualitas buah sawit, teknik pemrosesan, kontrol kualitas pabrik individu, musim panen dan faktor-faktor lainnya [3]. Beberapa peneliti juga sudah melakukan pengolahan POME menjadi energi terbarukan seperti bioetanol [4] [5], Biodiesel [6], dan Biohidrogen [7] [8]. Dari hasil simulasi pengolahan POME menjadi bioetanol [5] perlu dilakukan perancangan sebuah alat yang dapat digunakan untuk memproses POME menjadi bioetanol.

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan dari metode simulasi pengolahan POME menjadi bioetanol ada 5 tahapan proses yaitu perlakuan awal (*Pretreatment*), Ekstraksi (*Extraction*), Fermentasi (*Fermentation*), Destilasi (*Distillation*) dan Hasil dan Residu (*By-Product*) [5].

2.1. Perlakuan Awal (*Pretreatment*),

Pada proses ini POME dari hasil produksi pabrik kelapa sawit di kumpulkan di dalam kolam penampungan untuk memisahkan bahan solid (padatan) dengan bahan liquid (cair). Lihat gambar di bawah ini



Gambar 1. Kolam Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

2.2. Ekstraksi (*Extraction*)

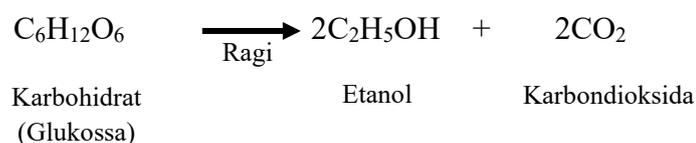
Ekstraksi dilakukan untuk mengurangi kandungan kadar air pada POME melalui proses pemanasan atau penguapan. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan reaksi kimia saat di fermentasi. Lihat gambar di bawah



Gambar 2. Perebusan POME

2.3. Fermentasi (*Fermentation*)

Pada proses fermentasi terjadi reaksi kimia dimana glukosa/karbohidrat dirubah menjadi etanol dan karbondioksida. Suhu ideal untuk proses fermentasi pada pome adalah 32 °C, dengan campuran ragi, dengan reaksi kimia:



Hasil POME difermentasi dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 3. Fermentasi POME

2.4. Destilasi (*Distillation*)

Destilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dengan air, berdasarkan dari titik didih nya. Etanol memiliki titik didih 78,5°C sedangkan titik didih air 100 °C pada tekanan 1 atm. Lihat pada gambar di bawah



Gambar 4. Destilasi Fermentasi POME

2.5. Hasil dan Residu (*By-Product*)

Dari hasil simulasi akan dihasilkan produk utama yaitu etanol, sedangkan residunya terdiri dari uap air hasil ekstraksi dan destilasi serta terdapat sisa padatan dari hasil destilasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk pengujian skala laboratorium dengan kapasitas 100 liter yang diambil dari pabrik kelapa sawit, maka perlu di rancang alat yang dapat memproses semua tahapan proses mengikuti simulasi dengan spesifikasi tabung dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Volume tabung} = \pi/4 \times D^2 \times T \quad (1)$$

$$\text{Keliling Tabung} = \pi \times D \quad (2)$$

$$\text{Luas penampang Tabung} = \pi D (r + T) \quad (3)$$

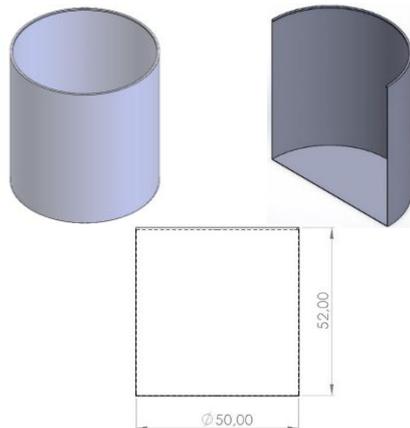
$$\text{Luas penampang tanpa tutup Tabung} = \pi r (r + 2.T) \quad (4)$$

$$\text{Tekanan} = F / A \quad (5)$$

$$\text{Laju aliran panas konduksi} \quad q = -k A \frac{\partial T}{\partial x} \quad (6)$$

$$\text{Laju aliran panas konveksi} \quad q = h A (T_w - T_\infty) \quad (7)$$

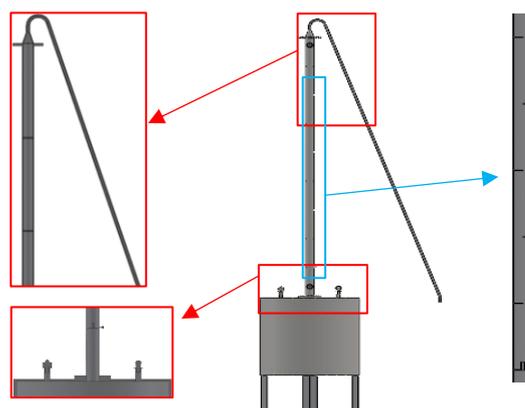
Desain 3D dan 2D pada alat ekstraksi ditunjukkan pada gambar di bawah ini



Gambar 5. Tabung Ekstraksi dan Fermentasi

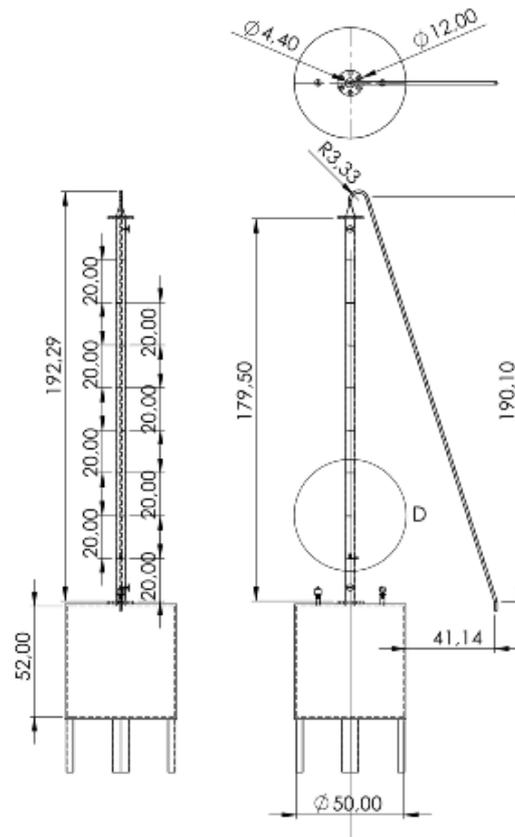
Dengan menghitung kapasitasnya, maka tabung dengan diameter 50 cm, dengan tinggi 52 cm akan dihasilkan volume tabung 102,1 L, luas penampang tabung 1,013 m², menghitung laju aliran panas konduksi pada tabung ekstraksi dengan nilai k (80,2 W/m °C) dari bahan besi adalah 40621,3 (watt), laju aliran panas konveksi pada tabung ekstraksi 406, 21 watt.

Destilator adalah alat untuk pemisahan air dengan etanol berdasarkan perbedaan titik didihnya. Destilator yang di desain adalah destilasi bertingkat dengan desain 3D dapat di lihat pada gambar di bawah ini



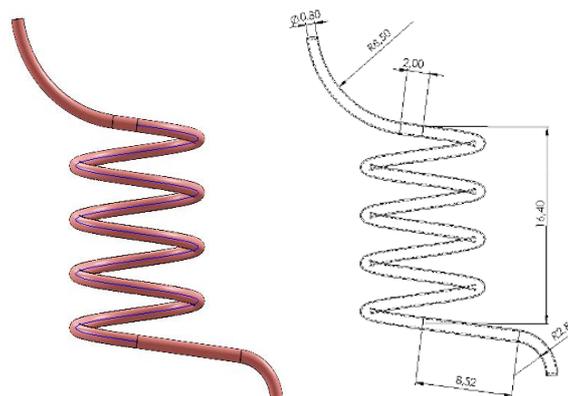
Gambar 6. Destilator

Alat destilator disesuaikan dengan alat ekstraksi dan fermentasi yang di rancang sehingga setiap proses dilakukan didalam alat yang sama, ukuran dari setiap bagian dari alat dapat dilihat pada gambar di bawah ini dengan satuan cm



Gambar 7. Ukuran detail alat

Untuk mendinginkan etanol yang keluar dari hasil destilasi maka perlu kondensor. Kondensor adalah komponen yang berfungsi untuk mengubah uap menjadi zat cair yang menggunakan pipa ulir dan menggunakan air sebagai pendinginnya. Bahan pipa yang digunakan adalah pipa tembaga karena dapat menghantar panas dengan baik, mudah dibentuk dan tahan karat. Desain 3D kondensor dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 8. Kondensor

4. KESIMPULAN

Dari hasil rancangan desain yang dibuat volume maksimal yang dapat di tampung adalah 100L dengan $\text{Ø}50$ cm dan tinggi 52 cm, tinggi tiang destilasi 192, 29 cm dengan sekat didalamnya dengan jarak 20cm, bagian tiang landai setinggi 190,1 cm, jarak saluran

keluar dengan tiang 41,14 cm dan terhubung ke kondensator dengan diameter pipa \varnothing 0,8 cm, tinggi uliran pipa 16,4 cm

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistic, "Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2021," vol. 5504003, p. 139, 2021.
- [2] S. Y. C. J. W. L. T. W. a. C. K. C. Z. S. Lee, "Treatment technologies of palm oil mill effluent (POME) and olive mill wastewater (OMW): A brief review," *Environ. Technol. Innov.*, 2019.
- [3] A. W. M. J. M. J. a. N. A. T. Y. Wu, "Palm oil mill effluent (POME) treatment and bioresources recovery using ultrafiltration membrane: Effect of pressure on membrane fouling," *Biochem. Eng. J.*, vol. 35, no. 3, p. 309–317, 2007.
- [4] E. D. a. M. Handajani, "Optimization and Kinetics Study of Bioethanol Production From Palm Oil Mill Effluent Under Anaerobic Process," *J. Teh. Lingkungan*, no. 1, vol. 23, p. 78–86, 2017.
- [5] T. B. N. a. I. S. Ardian Rahmat Irawan Sinaga, "Simulation Analysis on Palm Oil Mill Effluent (POME) Recycling System into Bioethanol," *ICE-SEAM 2021: Proceedings of the 7th International Conference and Exhibition on Sustainable Energy and Advanced Materials (ICE-SEAM 2021)*, p. 351–355, 2021. https://doi.org/10.1007/978-981-19-3179-6_65
- [6] N. A. M. Z. M. S. S. a. A. J. A. A. I. Matinja, "Optimization of biodiesel production from palm oil mill effluent using lipase immobilized in PVA-alginate-sulfate beads," *Renew. Energy*, p. 1178–1185, 2019.
- [7] M. d. O. F. L. R. V. D. S. a. V. S. F.-L. A. N. Garritano, "Palm oil mill effluent (POME) as raw material for biohydrogen and methane production via dark fermentation," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 92, p. 676–684, 2018.
- [8] P. J. a. N. P. P. Tanikkul, "Optimization of biohydrogen production of palm oil mill effluent by ozone pretreatment," *Int. J. Hydrogen Energy* no. 11, vol. 44, p. 5203–5211, 2019.