

PERANCANGAN SEPARATOR UNTUK MEMISAHKAN FLUIDA PADAT DAN CAIR

Sanda
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir- BATAN

ABSTRAK

PERANCANGAN SEPARATOR UNTUK MEMISAHKAN FLUIDA PADAT DAN CAIR. Salah satu tahapan dalam proses transesterifikasi dalam pembuatan bioditif adalah pemisahan bahan hasil produksi berupa bioditif sebagai produk cair dan gliserin yang bersifat padat. Untuk mendukung proses tersebut telah dirancang "Separator" (pemisah) fluida padat dengan metode penggerak putar centrifugal (centrifuge) dengan memanfaatkan bilah pemutar yang mempunyai sudut kemiringan posisi bilah terhadap spindel 45° dan kemiringan bilah 10° . Putaran bilah digerakan dengan motor pada kecepatan putar yang bisa divariasikan antara 500 - 2900 rpm. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan maksimal bilah 1 = 26.56 m/detik dan kecepatan maksimal bilah 2 = 53.12 m/detik. Gaya sentrifugal yang terjadi di dalam fluida adalah 9.573, 74 - 19.147,48 N. Gaya tersebut akan mampu menekan fluida di dalam bejana dan memisahkan fluida padat dari fluida cair. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh jumlah fluida yang keluar dari bibir bejana bersifat proporsional, yaitu semakin tinggi putaran motor semakin banyak fluida yang keluar. Pengujian berdasarkan sedimentasi paksa oleh putaran bilah menunjukkan bahwa pada putaran rendah diperlukan waktu yang lama, (n 500 rpm, diperoleh waktu produksi 35 menit), sedangkan pada putaran tinggi waktu produksi menjadi lebih cepat (n 2900 rpm, waktu produksi 15 menit).

kata kunci : separator, bioditif, centrifugal

ABSTRACT

A DESIGN OF SEPARATOR FOR SEPARATING LIQUID AND CRAMMING FLUID. One of steps in transesterification process in producing bioadditive is separation of product result material namely bioadditive as liquid product and gliserin as cramming fluid. To support this process has been designed a separator cramming by centrifugal force that uses blade driver having inclination 45° and blade slope 10° . The blade has been spun by an electric motor with the speed in between 500 up to 2900 rpm. The calculation shows that the blade 1 maximum speed is 26.56 m/s and and maximal speed blade 2 is 53.12 m/s. The centrifugal force in fluid was in between 9,573 74 up to 19, 147.48 N. The force will be able to press the fluid get out from the vessel and separate the liquid from cramming fluid. Based on the testing results, the amount of fluid get out from the vessel are proportionality, increasing the speed of the electric motor will increase the flow out of the fluid from the vessel. Other testing based on the sedimentation force by the blades shows that the low speed requires longer time for production (n = 500 rpm requires 35 minutes) while at the high speed the time will be shorter (n = 2900 rpm requires 15 minutes for production).

key words : separator, bioadditive, centrifugal

PENDAHULUAN

Bioditif sebagai salah satu jenis bahan biofuel telah banyak diproduksi dengan berbagai teknologi, baik konvensional maupun yang lebih maju dengan melalui proses transesterifikasi yang menggunakan

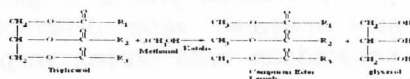
proses panas maupun proses dingin. Salah satu masalah yang dihadapi adalah keberadaan hasil proses yang terdiri dari beberapa cairan dan padatan yang masih bercampur. Dengan menggunakan prinsip gravitasi bahan-bahan tersebut dapat dipisahkan, namun memerlukan waktu proses yang lama, sehingga secara ekonomi tidak

menguntungkan. Untuk mempercepat pemisahan campuran tersebut perlu dilakukan langkah teknologi yang bisa mempercepat proses, sehingga secara ekonomi bisa menguntungkan. Salah satu metodenya adalah dengan menggunakan "centrifuge", yakni sebuah separator yang menggunakan prinsip putaran yang menghasilkan gaya sentrifugal dan gaya gravitasi. Perbedaan massa jenis dari komponen campuran akan menghasilkan pemisahan yang dikehendaki, karena gaya gravitasinya berbeda.

Dengan menggunakan prinsip ini, maka dirancang suatu separator padat cair yang hasilnya diharapkan dapat mendukung mempercepat proses pembentukan biodiesel. Hasil rancangan ini sangat penting dalam upaya pengembangan penyediaan energi berbasis biofuel khususnya biodiesel baik melalui teknologi konvensional (proses panas) maupun teknologi maju berupa iradiasi ultrasonic.

DASAR TEORI

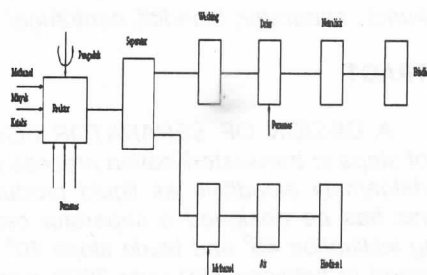
Proses pembuatan bioaditif dilakukan dengan menggunakan bahan minyak dari CPO atau minyak jarak yang produksinya paling banyak di Indonesia. Untuk itu perlu dilakukan pemilihan sampel penelitian. Selanjutnya sampel tersebut diproses menggunakan peralatan iradiasi ultrasonic dengan frekuensi dan daya yang tersedia, sesuai dengan spesifikasi alat yang dimiliki. Proses pembuatan biodiesel dilakukan berdasar mekanisme reaksi transesterifikasi sebagai berikut:



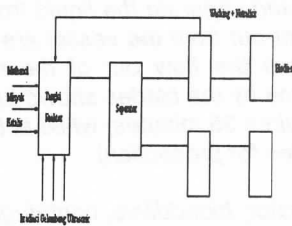
Gambar 1. Mekanisme Proses Transesterifikasi

Kegiatan diatas dilakukan dengan membuat variasi tambahan alkanol, tiap kondisi tambahan alkanol divariasi antara 15 – 20%, waktu proses antara 5 – 20 menit dengan interval 2 menit, dan jumlah katalis divariasi antara 0,5 – 1,5%. Hasil proses reaksi berdasarkan variasi-variasi diatas ditaruh pada bejana-bejana yang sudah disiapkan untuk diendapkan. Dari hasil endapan diamati hasil terbaik, kemudian disempurnakan dengan variasi penambahan katalis dan jenis katalis dari 0,5 – 1,5% dengan interval 0,1%, sehingga pada akhirnya akan didapat kondisi operasi yang paling optimal. Selanjutnya dari pengaruh proses untuk 2 jenis bahan minyak ini akan dianalisis kandungan dan kualitas biodiesel yang diambil dari pemisahan.

Diagram Blok Proses Pembuatan Biodiesel Teknik Konvensional dan Teknik Irradiasi Gelombang Ultrasonic.



a. Dengan Teknik Konvensional



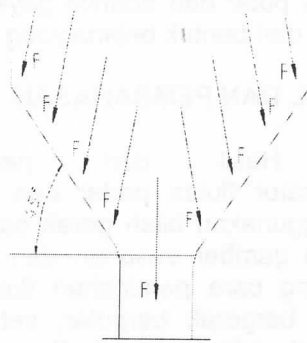
b. Teknik Irradiasi Gelombang Ultrasonic (tanpa pemanas dan pengaduk)

Gambar 2. Proses Pembuatan Biodiesel

Proses Pembuatan Biodiesel dengan :

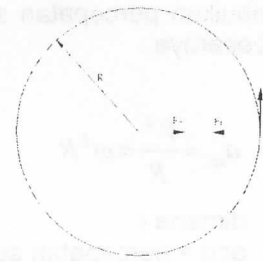
- a). Teknologi Konvensional
- b). Teknologi Irradiasi Gelombang Ultrasonic

Adapun rancangan separator fluida padat dan cair didasarkan pada bentuk geometri bejana proses dan adanya sedimentasi akibat berat jenis material, serta putaran bilah gerak putar. Geometri bejana proses dibuat dalam bentuk kerucut terbalik terpancung dan pada ujung kerucut dipasang leher pipa sebagai tempat menampung endapan fluida padat. Bentuk bejana proses ini mengarahkan partikel fluida yang berbeda berat jenisnya, sehingga lebih mudah turun ke leher bejana, seperti ditunjukkan pada gambar 3, dibawah.



Gambar 3.
Arah Gaya partikel Fluida Padat didalam Bejana Proses.

Sedangkan untuk sifat sedimentasi akibat putaran bilah gerak putar dipengaruhi oleh gaya sentrifugal yang terjadi akibat putaran dan kelakuan pengendapan dari partikel didalam bejana menimbulkan medan gravitasi, yang dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu ukuran partikel, konsentrasi padatan dan bentuk penggumpalan partikel. Didalam campuran fluida padat dan cair yang tipis terjadi pengendapan padatan yang mempunyai karakteristik sebagai partikel tunggal atau sebagai sebuah partikel atau sebagai material pengendapan bebas. Adanya gaya sentrifugal yang terjadi didalam bejana proses, disimulasikan seperti suatu benda yang diikat pada ujung tali, lalu diputar, ditunjukkan pada Gambar 4, dibawah.



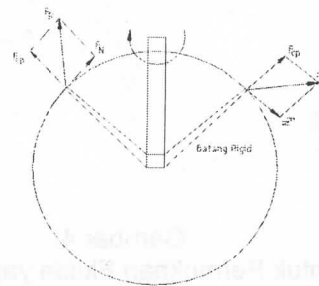
Gambar 4.
Gaya Sentrifugal dan Sentripetal

Gaya Sentrifugal dan Sentripetal yang terjadi pada Tali Bertegangan dimana,

F^- = gaya sentrifugal yang melepaskan diri dan menuju keluar menjauhi sumbu

F^+ = gaya sentripetal yang menarik objek radial kedalam menuju sumbu.

Dari Gambar 4, diatas apabila pemegang objek yang berupa tali diubah menjadi batang rigid berupa bilah, maka hampasan bilah yang berputar akan mengakibatkan timbulnya putaran campuran yang selanjutnya dapat menyebabkan timbulnya gaya sentrifugal, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5, dibawah.



Gambar 5
Gaya Sentrifugal

Gaya Sentrifugal yang terjadi pada Batang Rigid yang sedang berputar.

Dimana :

F_{cp} = gaya sentrifugal

F_n = gaya normal

F_R = gaya resultante

Gaya sentrifugal (F_{cp}) dapat menimbulkan percepatan sentrifugal a_{cp} yang besarnya :

$$a_{cp} = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R \quad (1)$$

dimana :

a_{cp} = percepatan sentrifugal, m/dt²

V = kecepatan linier, m/dt

R = jari-jari lintasan partikel, m

Ω = kecepatan sudut, rad/dt

Sedangkan besar gaya sentrifugal itu sendiri adalah :

$$F_{cp} = m \cdot a_{cp} = m \frac{V^2}{R} = m \omega^2 R \quad (2)$$

dimana :

F_{cp} = gaya sentrifugal, N

M = massa objek, kg

Disamping itu sifat fluida yang diputar oleh bilah gerak putar akan membentuk suatu kerucut atau grafik parabola ganda berlawanan arah, seperti gambar, dibawah.



Gambar 4.
Bentuk Permukaan Fluida yang diputar oleh Bilah Gerak Putar.

Dimana :

V_1 = kecepatan awal, m/dt

V_2 = kecepatan yang lebih besar, m/dt

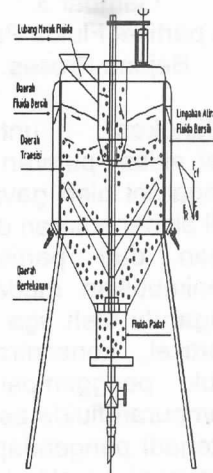
$h_n = f(n)$, $h_t = f(n)$

dengan harga $n = \frac{60V}{\pi D} \quad (3)$

D = diameter bilah, m
n = putaran bilah, rpm
Bentuk permukaan fluida tersebut diatas terbentuk akibat kecepatan gerak putar bilah yang berbeda atau merupakan variabel, yaitu V_1 dan V_2 sehingga dengan Diameter bilah yang tetap, diperoleh penurunan permukaan (h_n) dari V_1 dan kenaikan permukaan (h_t) V_2 dari persamaan (3). Semakin tinggi bentuk permukaan fluida, maka akan terjadi suatu proses pemisahan yang semakin cepat antara padatan dan cairan, yang diakibatkan oleh adanya gaya sentrifugal dari bilah gerak putar dan adanya gaya gravitasi, serta dari bentuk bejana yang kerucut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perancangan separator fluida padat dan cair yang menggunakan bilah gerak putar adalah suatu gambar susunan dan gambaran tentang cara pemidahan fluida, ketika bilah bergerak berputar, sebagaimana terlihat pada gambar 5, dibawah ini.



Gambar 5.
Separator Fluida Padat dan Cair dengan Bilah Gerak Putar

Bioaditif didalam bejana proses yang masih mengandung kotoran berupa gliserol, akan terpisah menjadi

bersih dengan sendirinya, bila dibiarkan dalam waktu yang cukup lama, akibat adanya gaya gravitasi, karena gliserol berat jenisnya lebih berat dari pada fluida bioaditif (gliserol = 2,20 gram/ml dan biodiesel = 0,95 gram/ml), namun proses tersebut merupakan proses sedimentasi secara alami dan banyak membutuhkan waktu, sehingga tidak bisa mencapai target produksi.

Sedangkan pemisahan dengan separator ini merupakan proses pemisahan dengan proses sedimentasi yang dipaksakan, yaitu menggunakan bilah gerak putar. Fluida yang lebih berat dipaksa mengendap turun ke arah bawah bejana dalam waktu yang relatif cepat. Dari percobaan diperoleh data sebagai berikut :

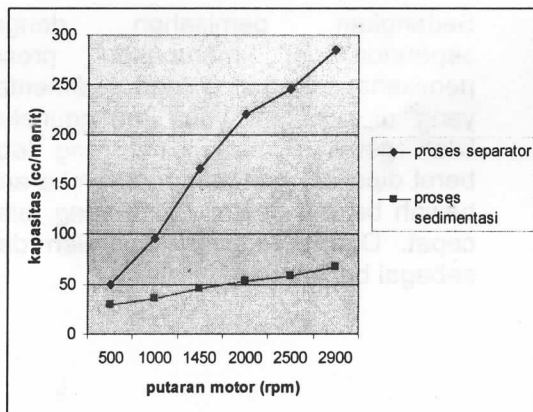
Tabel 1. Hasil Pengujian Fluida Padat dan Cair berdasarkan Overflow

No	Putaran motor (rpm)	Kap. Bejana (liter)	h_t (mm)	h_n (mm)	Jumlah Fluida Keluar (cc/mnt)
1.	500	5	1,5	2,35	50
2.	1.000	5	2,9	4,45	95
3.	1.450	5	4,2	6,60	165
4.	2.000	5	5,4	9,35	220
5.	2.500	5	6,7	10,25	245
6.	2.900	5	7,8	12,85	285

Tabel 2. Hasil Pengujian Fluida Padat dan Cair berdasarkan Sedimentasi

No	Putaran motor (rpm)	Kap. Bejana (liter)	h_t (mm)	h_n (mm)	Jumlah Fluida Mengendap (cc/mnt)
1.	500	5	1,5	2,35	29
2.	1000	5	2,9	4,45	36
3.	1450	5	4,2	6,60	46
4.	2000	5	5,4	9,35	53
5.	2500	5	6,7	10,25	59
6.	2900	5	7,8	12,85	67

Dari data diatas dapat dilihat bentuk grafiknya pada gambar dibawah ini :



Gambar 6.
Grafik Fungsi Putaran terhadap Fluida keluar

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan separator fluida sangat berguna untuk memproduksi campuran fluida yang mempunyai densiti yang berbeda dan dalam jumlah produksi yang relatif besar (kapasitas 5 liter) dan separator ini merupakan salah satu alat alternatif untuk mempercepat produksi dari dua fluida yang berbeda, sehingga dapat menghasilkan produk sesuai dengan yang direncanakan, namun bila produksi tidak direncanakan, maka dapat menggunakan proses sedimentasi atau pengendapan fluida yang menghasilkan produk dalam waktu yang relatif lama. Bila dibandingkan, Separator mempunyai Kecepatan produksi 4 (empat) kali lebih cepat.
2. Semakin tinggi bentuk permukaan fluida, maka akan terjadi suatu proses pemisahan yang semakin cepat antara padatan dan cairan, yang diakibatkan oleh adanya gaya sentrifugal dari bilah gerak putar dan adanya gaya gravitasi, serta dari bentuk bejana yang kerucut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya tuisan ini, penulis ucapkan terima kasih kepada kepala PRPN dan KPTF PRPN yang telah mengkoreksi makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. KREITH FRANK, ARKO PRIJONO.1991."Prinsip Prinsip Perpindahan Panas", Erlangga, Jakarta.
- [2]. GERVEN J. VAN, B. SHANKS, R. PRUSZKO.2004."Biodiesel Production Technology". NREL, USA.
- [3]. INCROPERA FRANK P.1996. "Fundamentals of Heat And Mass Transfer", John Wiley and Sons, New York.
- [4]. RESNICK ROBERT, DAVID HALLIDAY.1977."Physics Part I", John Willey and Sons, New York.
- [5]. JUTZ HERMANN, EDUARD S., *Westermann Table*.
- [6]. C. DORF RICHARD.2005. *The Engineering Handbook*. Second Edition,CRC Press, USA.