JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 4, No. 1, Juni 2019, Hal. 125-130
Terakreditasi "**Peringkat 3"** oleh Kemenristekdikti, Nomor SK: 30/E/KPT/2018
DOI: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.125-130
p-ISSN 2548-737X
e-ISSN 2548-8678

Optimasi Desain Kombinasi Agitator pada *Anaerobic Buffled Reactor Biomass*

Safril
Program Studi Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta
Jl Letjen Suprapto no.26, Indonesia
safril@kemenperin.go.id

Abstrak

Saat ini pengembangan pembangkit biomassa menjadi fokus utama di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Masalah yang sering terjadi dalam pembangunan pembangkit biomassa adalah terbatasnya teknologi yang efisien dalam memproduksi gas metana sebagai penghasil listrik. Pembangkit listrik tenaga biomassa mengalami kegagalan dalam memproduksi gas metana (CH_4) jika tidak memperhatikan teknologi pada reaktor. Dengan demikian, diperlukan desain reaktor yang dapat mengoptimalkan hasil gas metana. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengoptimasi desain kombinasi agitator pada *Anaerobic Buffled Reactor Biomass* (ABRb) sehingga dapat meningkatkan nilai gas metana yang dihasilkan melalui kinerja agitator. Desain teknologi ini diadopsi dari tipe *Anaerobic Buffled Reactor* sebagai pembangkit listrik tenaga biomassa. Sebelumnya teknologi ini telah digunakan dalam sebuah penelitian dan mampu menghasilkan gas metana berkisar antara 55% sampai 70%. Efek laju aliran massa dan interaksi agitator terhadap reaktor termasuk suhu, waktu, dan massa limbah organik menjadi metode pada penelitian ini. Hasil optimasi desain kombinasi agitator pada ABRb ini mempengaruhi pada tingkat laju gas metana dan nilai kalkulasi yang dihasilkan selama lima hari adalah 5,63% dan mencapai nilai maksimum 73,43% dalam 15 hari.

Kata kunci: optimasi, limbah organik, agitator, ABRb, biomassa

Abstract

At present the development of biomass plants is the main focus in developing countries including Indonesia. The problem that often occurs in the construction of biomass plants is the limited technology that is efficient in producing methane gas as a producer of electricity. The biomass power plant fails to produce methane gas (CH4) if it does not pay attention to the technology in the reactor. Thus, a reactor design is needed that can optimize the yield of methane gas. The main objective of this research is to optimize the design of the agitator combination on Anaerobic Buffled Reactor Biomass (ABRb) so that it can increase the value of methane gas produced through the performance of the agitator. The design of this technology was adopted from the Anaerobic Buffled Reactor type as a biomass power plant. Previously this technology had been used in a study and was able to produce methane gas ranging from 55% to 70%. The effect of mass flow rate and agitator interaction on the reactor including temperature, time, and mass of organic waste became the method in this study. The results of the optimization of the design of the agitator combination in this ABRb affect the rate of methane gas and the calculation value generated for five days is 5.63% and reaches a maximum value of 73.43% in 15 days.

Keywords: *optimization, organic waste, agitator, ABRb, biomass*

I. PENDAHULUAN

Pembangkit biomassa telah berkembang diberbagai negara, baik itu di negara bagian Eropa, Amerika, ataupun Asia. Pengembangan pembangkit biomassa telah mencapai titik puncak dimana berpusat pada pemanfatan limbah perkotaan, rumah tangga, dan pedesaan. Hal tersebut dilakukan sebagai salah satu upaya untuk mengurangi efek rumah kaca. Dewasa ini, pemerintah Indonesia telah berupaya memanfaatkan limbah, baik itu limbah organik ataupun limbah non organik untuk pengembangan energi biomassa. Perlu diketahui bahwa limbah terbesar non organik banyak disumbangkan dari daerah perkotaan, sebaliknya limbah organik terbesar disumbangkan dari daerah pedesaan. Masyarakat di pedesaan sebagian besar diantaranya masih tergantung pada sektor pertanian

Diterima: 22 April 2019; Direvisi: 2 Mei 2019; Disetujui: 29 Mei 2019
JTERA, Vol. 4, No. 1, Juni 2019

© 2019 JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Politeknik Sukabumi

sebagai upaya meningkatkan taraf ekonomi mapan. Kurangnya perhatian pemerintah terhadap kalangan masyarakat membuat limbah organik seperti jerami padi, dedaunan, batang pepohonan, dan sebagainya tidak dimanfatkan sebagai energi alternatif [1]. Cita-cita untuk meningkatkan taraf kemakmuran masyarakat yang layak disertai pembangunan sosial ekonomi adalah cita-cita setiap negara berkembang [2]. Untuk mencapai tingkat ekonomi yang diinginkan, penelitian tentang pembangkit biomassa sangat dibutuhkan dalam pengembangan teknologi terbarukan yang ramah lingkungan. Energi yang dihasilkan tidak semata terjadi tanpa melewati tahap-tahap pengolahan sumber bahan utama dari pembangkit biomassa itu sendiri. Pada tahap analisis, sistem lingkungan dapat berperan sebagai bahan primer (*input*) dan energi listrik sebagai keluaran (*output*) [3]. Proses ini dilakukan dengan tujuan agar terciptanya *green energy* efisien yang tidak hanya dikalangan masyarakat pedesaan tapi juga pada kalangan rumah tangga dan perkotaan [4]. Hal itu akan terwujud jika melakukan tahapan dalam menyesuaikan teknologi berdasarkan lokasi geografis, budaya lokal, dan sumber primer sebagai kebutuhan pembangkit biomassa [5]. Prototipe yang sedang dikembangkan juga harus melewati rangkaian pengujian terlebih dahulu sebagai upaya mengurangi biaya manajemen jika terjadi kesalahan dilapangan [6]. Tahapan yang telah dilakukan menjadi percuma jika teknologi yang sedang dikembangkan tidaklah efisien dalam menghasilkan gas metana yang nantinya dikonversi ke energi listrik.

Perlu diketahui bahwa volume limbah organik sebagai bahan primer harus dipantau secara kontinyu dan dapat dikendalikan secara hati-hati agar kondisi pada reaktor tetap stabil [7]. Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa perubahan suhu mempengaruhi nilai gas metana yang dihasilkan [8]. Banyaknya tipe reaktor biomassa saat ini menjadi pilihan untuk menentukan yang terbaik. Biasanya, pada pembangunannya didesain secara permanen di bawah permukan tanah. Hal ini dapat menyebabkan sulitnya dalam melakukan perawatan, tetapi biaya pembangunannya sangat minim. Pada tipe ini tidak akan jauh berbeda dengan tipe *floating drum* atau tipe reaktor biomassa lainnya dalam menghasilkan nilai persentase gas Metana (CH_4) 55-70%, Karbondioksida (CO_2) 25-45%, Nitrogen (N_2) 0-3%, Hidrogen Sulfida (H_2S) 0-3%, Hidrogen (H_2) 1-5%, dan Oksigen (O_2) 0,1-0,5% [9]. Dapat diketahui dari hasil tersebut nilai rata-rata gas metana hanya berkisar 62,5% dengan nilai terendah 55% dan tertinggi 70%. Dalam hal ini untuk mencapai nilai persentase > 65% tidaklah mudah, apalagi dengan menggunakan limbah organik seperti dedaunan kering, sayuran, buah-buahan, dan sebagainya.

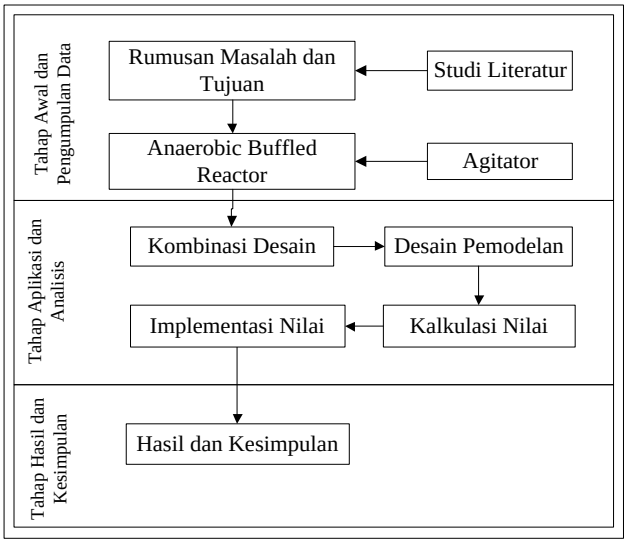
Penelitian sebelumnya pernah dilakukan dengan mengunakan bahan primer tersebut dan melakukan ekperimen skala laboratorium menggunakan drum dengan desain tidak menggunakan agitator. Penelitian tersebut mampu menghasilkan gas metana (CH_4) sebesar 65,8% setelah 15 hari proses fermentase [10]. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat dilakukan efisiensi dalam meningkatkan nilai gas metana dengan mengoptimasi desain tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memaksimalkan kinerja reaktor biomassa melalui kombinasi agitator untuk meningkatkan volume gas metana yang selanjutnya dikonversikan ke energi listrik. Penelitian ini membahas tentang teknologi tipe *Anaerobic Buffled Reactor Biomass* (ABRb) yang pada dasarnya digunakan pada limbah organik yang memiliki unsur yang sangat mini dan mudah hancur. Jika penelitian ini dapat diterapkan maka, penggunaan listrik dapat dimanfaatkan oleh masyarakat pedesaan sebagai pasokan tambahan energi listrik. Selain itu, desain ini dapat meningkatkan nilai ekonomi dan meningkatkan produksi sumber daya terbarukan yang ramah lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menganalisis pengaruh laju aliran massa dan interaksi agitator terhadap suhu, waktu, dan massa limbah organik menjadi pengaruh terpenting pada reaktor biomassa. Pengaruh agitator terhadap suhu dan waktu mempengaruhi tingkat laju aliran massa, sedangan untuk massa limbah organik akan merubah partikelnya menjadi partikel yang lebih kecil sehingga gas metana yang dihasilkan lebih optimal. Optimasi desain ini memiliki ukuran yang berbeda dengan sebelumnya hanya memiliki tipe yang mirip. Langkah penelitian diawali dengan pemilihan reaktor dan dilakukan analisis desain yang selanjutnya melakukan pemodelan dan perancangan desain. Desain dengan ukuran berbeda mengakibatkan nilai hasil gas metana juga berbeda sehingga kalkulasi nilai akhir menentukan perbedaan dari penggunaan agitator. Peran agitator sangat berpengaruh terhadap reaktor biomassa dikarenakan pada proses ini nilai laju diasumsikan sebagai tambahan pasokan gas metana. Kegiatan agitator menguraikan limbah organik yang mengandung gas metana yang mengendap disisi-sisi reaktor gas juga memiliki masa yang lebih ringan dari *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sehingga dapat



Gambar 1. Tahapan penelitian

menyebabkan terperangkap dan sulit keluarnya jika terjebak pada tumpukan limbah organik. Laju pada agitator mengakibatkan tekanan di dalam reaktor biomassa menekan dan memaksa gas metana menuju ke titik pusat yang diinginkan. Dengan demikian, nilai laju diasumsikan sebagai nilai tambahan pasokan gas metana. Untuk lebih jelasnya, diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahap awal dan pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, perumusan masalah, dan menentukan tujuan penelitian. Pengumpulan data mengadopsi reaktor tipe ABRb yang biasanya digunakan atau didesain untuk memfermentasekan limbah manusia. Reaktor tipe ini kemudian diubah fungsinya yaitu untuk memfermentasekan limbah organik, seperti dedaunan kering atau basah, sayur-sayuran, ranting pepohonan, dan sebagaianya. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data mengenai agitator. Pada tahap ini dilakukan terlebih dahulu studi mengenai konsep-konsep perencanaan desain agar tercipta model desain yang sesuai. Selanjutnya dilakukan penghitungan volume reaktor agar mengetahui total limbah organik yang dapat diproses di dalam reaktor. Kombinasi antara reaktor ABRb dan agitator adalah upaya pengembangan atau optimasi desain untuk mengoptimalkan hasil keluaran gas metana. Disamping fungsi agitator sebagai pengaduk juga dirancang sebagai pencacah. Dalam hal ini, perbandingan campuran antara limbah organik dan air direncanakan sebesar 65%:35% sehingga pada saat proses pencacahan limbah organik, agitator tidak mengalami kesulitan bergerak. Selanjutnya dilakukan perhitungan kalkulasi nilai sebagai langkah menganalisis perbandingan pada model sebelumnya dan dilakukan implementasi nilai pada hasil yang didapatkan dari perhitungan kalkulasi. Pada tahap akhir dari penelitian ini, maka diberikan kesimpulan terhadap hasil optimasi yang dilakukan.

B. Aplikasi dan Analisis

Pada bagian ini dijelaskan tahap aplikasi dan analisis. Pengumpulan data dilakukan dengan langkah mengambil sampel limbah organik di suatu daerah sesuai kebutuhan. Limbah tersebut berupa dedaunan kering atau basah, sayur-sayuran dan ranting pepohonan. Selanjutnya sampel limbah tersebut jakan dicek terlebih dahulu di laboratorium untuk mengetahui nilai kandungan BOD, COD, *Velotile Solid*, dan sebagainya untuk menghitung potensi gas metana pada limbah organik tersebut. Agitator dirancang menggunakan material *stainless steel* direncanakan agar tahan karat. Agitator didesain dengan 4 daun dan pada tiap masing-masing kubikal mendapatkan satu set agitator. Agitator digerakan oleh motor DC (*Direct Current)* yang bertujuan memberikan daya yang maksimal dan agitator dan difungsikan sebagai pencacah dan pengaduk. Dalam proses perencanaan kombinasi agitator ini berdasarkan angka yang diperoleh dari hubungan *Np* (*power number*) dan *Nre* (*Reynold number*) yang menjelaskan tentang pengaruh dari psikositas larutan dengan persamaan:

$$N_{re} = \frac{\rho_f .N .D_a}{\mu_f} \quad (1)$$

dimana *Nre* adalah *Reynold number*, *ρf* adalah densitas, *N* adalah kecepatan putaran pengaduk, *Da* adalah diameter pengaduk, *μf* adalah vsikositas. Untuk mengetahui nilai *power number (Np)* atau angka daya dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{N_p .N^3 .D^5 .\rho_f}{g_c} \quad (2)$$

dimana *P* adalah *power*, *N* adalah kecepatan putaran pengaduk, *D* adalah diameter pengaduk, *ρf* densitas, dan *gc* adalah konstanta gravitasi. Angka daya tersebut diperoleh dari nilai *power* yang dibutuhkan pada kinerja agitator yang dioperasikan di ruang reaktor tipe ABRb. Persamaan tersebut belaku bagi reaktor bersekat (*buffled*) ataupun tidak bersekat. Pada tipe ini tidak dilakukan dikoreksi lagi dengan angka *Frounde number* (N_{fr}) yang merupakan rasio tegangan inersia terhadap gravitasi persatuan luas yang bekerja pada fluida. Namun, situasi pada reaktor anaerobik terdapat gerakan gelombang yang tidak dapat diabaikan pada permukaan zat cair. Maka dari itu dibutuhkan persamaan dalam menentukan situasi tersebut adalah sebagai berikut:

$$N_{fr} = \frac{N^2 .D}{g} \quad (3)$$

dimana N_{fr} adalah *Frounde number*, *N* adalah kecepatan putaran pengaduk, *D* adalah diameter, dan *g* adalah gravitasi. Dengan nilai *Np (koreksi)* dapat diperoleh dari persamaan:

$$N_p(koreksi) = N_p \times N_{fr} \quad (4)$$

Dengan tidak mengabaikan nilai eksponensial *(m)* yang diperoleh dari persamaan:

$$m = \frac{a - \log N_{re}}{b} \quad (5)$$

dimana *a* dan *b* adalah tetapan dengan konstanta *a* =1,0 dan *b* adalah 40. Proses pencapaian dari kombinasi agitator ini adalah tahapan yang dilakukan berdasarkan rumus untuk mencapai nilai laju dan meningkatkan produktifitas limbah organik pada reaktor biomassa. Adapun perhitungan volume *(V)* reaktor biomassa menggunakan persamaan dibawah ini:

$$V = \frac{n\, x\, \frac{1}{4}\, \pi\, d^2\, x\, t}{100} \quad (6)$$

dimana *V* adalah *volume*, *n* adalah bilangan persentase *volume* reaktor, *d* adalah diameter, dan *t* adalah tinggi. Pada reaktor biomassa, adanya agitator dan agar mencapai nilai laju gas metana yang diinginkan, maka harus dilakukan beberapa tahapan diantaranya adalah menghitung nilai masa jenis pada reaktor *(m)* sebagai berikut:

$$m = \rho\, x\, V \quad (7)$$

dimana *m* adalah massa, ρ adalah massa jenis udara, dan *V* adalah *volume*. Untuk menentukan tekanan pada reaktor biomassa *(Te)* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{\Delta p}{m.g} \quad (8)$$

dimana *V* adalah *Volume*, Δp adalah tekanan udara pada reaktor, *m* adalah massa, dan *g* adalah gravitasi. Pada *volume* tingkatan *rpm* (*N)* dapat dilihat pada rumus dibawah ini:

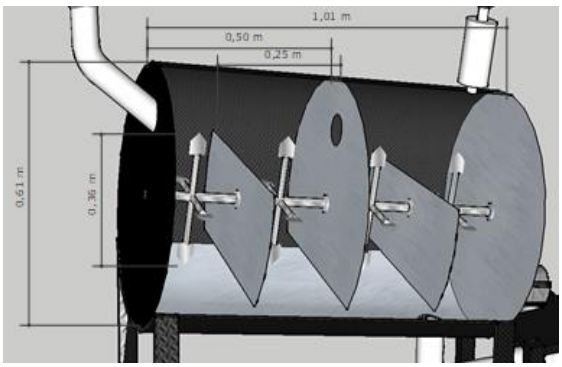
$$N = \frac{rpm}{rps} \quad (9)$$

dimana *N* adalah nilai kecepatan aliran massa, *rpm* adalah *revolutions per minute,* dan *rpm* adalah *revolutions per second*. Untuk menentukan nilai alas penampang reaktor biomassa *(A)* adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{1}{4}\pi\, D^2 \quad (10)$$

dimana *A* adalah alas dan *D* adalah diameter. Untuk mendapatkan nilai β pada diameter reaktor *(N β)*, maka:

$$\beta = \frac{D_2}{D_1} \quad (11)$$



Gambar 2. Optimasi desain kombinasi agitator dan ukuran reaktor tipe ABRb

dimana β adalah beta pada diameter reaktor, dan *D* adalah diameter. Pada persamaan yang terakhir adalah untuk menentukan nilai laju *(L)* pengaruh agitator terhadap reaktor biomassa:

$$L = NxAx\frac{1}{\sqrt{1-(\beta)^4}}x\sqrt{\frac{2(\Delta p)}{1{,}17024}} \quad (12)$$

dimana *L* adalah laju, *N* adalah nilai, *A* adalah alas, Δp adalah tekanan udara pada reaktor, dan β adalah beta pada diameter reaktor. Setelah melewati beberapa tahapan berdasarkan rumus maka selanjutnya didapatkan nilai pengaruh agitator terhadap pertumbuhan gas metana didalam reaktor tipe ABRb.

C. Desain Reaktor

Pada tahap ini, untuk mencapai titik nilai efisiensi yang diharapkan, maka perlu desain yang ideal dan optimal dalam menghasilkan gas metana. Gambar 2 adalah optimasi desain kombinasi agitator pada reaktor tipe ABRb Terlihat bahwa agitator didesain untuk dua fungsi yaitu pencacah dan pengaduk yang menghasilkan laju aliran massa, sehingga gas metana tertekan menuju ke titik pusat. Hal ini dapat terjadi dikarenakan gas metana lebih ringan dibandingan gas LPG. Limbah organik dengan partikel-partikel padat menjadi partikel ukuran kecil, sehingga akan memungkinkan menghasilkan gas metana lebih optimal. Reaktor didesain dengan kemiringan 15 derajat sehingga dimungkinkan padatan limbah organik atau lumpur mudah keluar saat proses perawatan. Reaktor memiliki panjang 1,01 m, diameter 0,61 m, panjang agitator 0,36 m, dan jarak antar *baffled* 0,25 m.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Potensi Limbah Organik

Dalam menentukan nilai tingkat efisiensi pada kombinasi agitator terhadap tipe ABRb, hal yang harus dihitung terlebih dahulu adalah menghitung potensi limbah organik. Potensi limbah organik

didapatkan jika volume dari sebuah reaktor biomassa juga sudah didapatkan. Pada perhitungan volume reaktor dibagi menjadi 3 (tiga) bagian yaitu: a). Volume ruang penampungan gas metana (VG); b). Volume ruang fermentase (VF); dan c). Volume ruang lumpur (VL). Masing-masing volume reaktor adalah 15% pada ruang penampungan gas metana, 75% pada ruang fermentase, dan 10 % pada ruang penampungan lumpur. Dengan menggunakan persamaan 6 maka didapatkan nilai perhitungannya pada Tabel 1.

Jika volume reaktor biomassa telah didapatkan, maka kebutuhan limbah organik kurang lebih membutuhkan sebanyak 0,295 m^3 per hari. Akan tetapi jumlah tersebut tidak mungkin dapat diolah jika dimasukan ke dalam reaktor sekaligus. Dengan demikian perlu diasumsikan pada ruang penampung gas agar tidak dipenuhi limbah organik atau hanya melakukan proses digestifikasi anaerobik sebesar 85% pada reaktor. Untuk campuran limbah organik dan air sebesar 65%:35% maka dapat dipastikan total masukan limbah organik pada reaktor biomassa adalah sebesar 0,213 m^3. Dengan total masukan limbah organik dan air tersebut agitator dapat melakukan tugasnya dengan baik. Pada uji laboratorium unsur-unsur limbah organik dihitung dengan nilai asumsi *Total Solid* (TS) 4.68 dan *Volatile Solid* (VS) 2.55. Untuk nilai berat jenis limbah organik disesuaikan limbah padat/lumpur yaitu 721 kg/m^3 sehingga didapatkan nilai gas metana pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, nilai gas metana 0,12 kg/m^3 didapatkan dari perkalian masa jenis gas metana 0,656 kg/m^3. Untuk mengubah gas metana ke energi listrik harus diketahui bahwa 1 m^3 gas metana menghasilkan energi listrik sebesar 11,17 kWh [11]. Maka didapatkan dengan ηel 39.8% pada agitator adalah energi listrik = $cos\ \omega$ x metana x 11,17 x ηel = 0,8 x 0,12 x 11,17 x 39.8% = 0,426 kW. Jadi, total energi listrik yang dapat dibangkitkan pada reaktor tipe ABRb adalah sebesar 0,426 kW, dengan catatan tidak menerapkan desain kombinasi agitator pada reaktor tersebut.

B. Potensi Agitator pada Reaktor Tipe ABRb

Pada tahap ini dibahas pengaruh agitator terhadap reaktor gas metana tipe ABRb. Diketahui massa jenis udara adalah 1,215 kg/m^3 dan temperatur di dalam reaktor anaerobik berkisar 29,7°C, sehingga dalam perhitungan massa jenis udara di dalam reaktor *(m)* adalah 0,239 kg/m^3, dengan tekanan udara pada reaktor *(Te)* adalah 0,498 m/s^2 dan nilai (*N)* tingkatan *rpm* adalah 60,024 *rpm*. Berdasarkan perhitungan dari persamaan (10) didapatkan nilai alas penampang *(A)* sebesar 0,096 m^3, yang selanjutnya melalui persamaan (11) didapatkan nilai β sebesar 0,590 m^3 sehingga dapat ditentukan laju aliran massa pada sebuah rektor ABRb sebesar 5,663 m/s^2. Untuk mengetahui lebih *detail* dapat dilihat pada Tabel 3. Pada nilai putaran *N*(rpm), *N*(rps), *N*(re), (Np), dan *P*(watt) berdasarkan perhitungan agitator yang memiliki 4 daun menggunakan persamaan (1) s.d (5) diperoleh hasil pada Tabel 4.

Di atas telah dijelaskan putaran yang didapatkan melalui persamaan-persamaan yang telah dibuat sebelumnya pada tahap pendahuluan. Pada tahap ini suhu memiliki pengaruh dalam menghitung laju gas metana dari agitator pada ruang reaktor. Nilai temperatur pada reaktor berkisar 29,7°C + 273 = 302,7 K dilakukan interpolasi pada nilai 300 K sehingga didapatkan 1,1774 kg/m^3. Dapat dilihat melalui tabel 4 pengaruh agitator terhadap ABRb.

Maka dari hasil perhitungan di atas, nilai laju gas metana sebesar 5,663%. Dalam tahap ini, nilai laju aliran massa yang disebabkan oleh agitator adalah nilai asumsi yang ditambahkan pada hasil gas metana sehingga akan terjadi kenaikan gas metana. Pada tahap hasil, waktu mempengaruhi tingkat kenaikan gas metana yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Total volume reaktor biomassa

Volume reaktor biomassa (m^3)			
VG 15%	VF 75%	VL 10%	**Total**
0,044	0,221	0,030	0,295
Volume limbah dan air (m^3)			
Limbah 65%	Air 35%		
0,125	0,088		0,213

Tabel 2. Potensi produksi metana

Potensi produksi metana			
%TS	**%VS**	**Massa limbah (kg)**	**Metana (kg/m^3)**
7,17	0,18	153,23	0,12

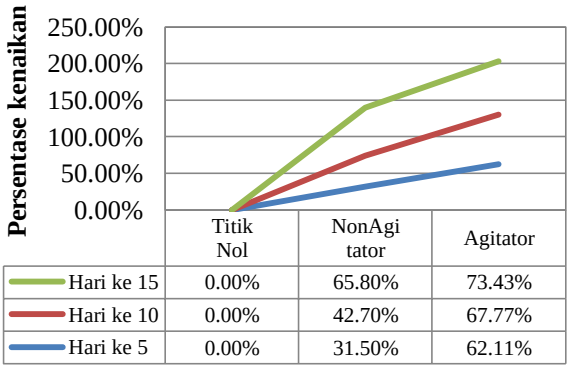
Tabel 3. Pengaruh agitator terhadap reaktor ABRb

Pengaruh agitator terhadap reaktor ABRb					
M	**Te**	**N**	**A**	**N Beta**	**L**
0,239	0,498	60,024	0,096	0,590	5,663

Tabel 4. Perhitungan nilai agitator berdaun 4

N(rpm)	**N (rps)**	**Nre**	**Np**	**P (watt)**
50	0,833	24991,57	1,2	78.025
75	1,25	37484,36	1,1	263.477
100	1,667	49980,15	1	746.784
125	2,048	62475,93	1	1.059.914
150	2,5	74968,72	1	1.539.955

Agitator pada tipe (ABRb)



	Titik Nol	NonAgitator	Agitator
Hari ke 15	0.00%	65.80%	73.43%
Hari ke 10	0.00%	42.70%	67.77%
Hari ke 5	0.00%	31.50%	62.11%

Gambar 3. Kenaikan nilai gas metana

Berdasarkan grafik pada Gambar 3, dapat dilihat dari perbandingan antara pemakaian agitator pada desain reaktor biomassa sangat berpengaruh pada kenaikan gas metana (CH_4) pada hari ke-5 sebesar 62,11%, hari ke-10 sebesar 67,77%, dan hari ke-10 sebesar 73,43% dengan perbandingan nilai pada hari ke-5 30,61%, hari ke-10 25,07%, dan hari ke-15 7,63%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh bahwa agitator berpengaruh besar dalam meningkatkan efisiensi gas metana karena dapat mengakibatkan proses fermentase lebih cepat. Limbah organik yang memiliki ukuran lebih besar dan memiliki unsur padat serta cenderung mengendap disisi paling bawah reaktor ataupun terjebak pada disisi-sisi limbah organik menjadikan agitator memiliki peran yang sangat penting untuk menguraikan dan meningkatkan nilai gas metana. Laju aliran massa, suhu, dan waktu juga mempengaruhi hasil akhir, sehingga pada hari ke-5 gas metana yang dihasilkan sebesar 5,663% dan maksimum 73,43% pada 15 hari. Hasil yang telah didapatkan membuktikan bahwa dengan menggunakan agitator, maka dapat mempengaruhi tingkat hasil nilai gas metana pada reaktor.

REFERENSI

[1] B. S. A. Purwono, Suyanta, and Rahbini, "Biogas digester as an alternative energy strategy in the marginal villages in Indonesia," *Energy Procedia*, vol. 32, pp. 136–144, 2013.

[2] E. U. Khan and A. R. Martin, "Review of biogas digester technology in rural Bangladesh," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 62, pp. 247–259, 2016.

[3] M. Berglund and P. Börjesson, "Assessment of energy performance in the life-cycle of biogas production," *Biomass and Bioenergy*, vol. 30, no. 3, pp. 254–266, 2006.

[4] L. Yu, J. Ma, and S. Chen, "Numerical simulation of mechanical mixing in high solid anaerobic digester," *Bioresour. Technol.*, vol. 102, no. 2, pp. 1012–1018, 2011.

[5] V. C. Weatherford and Z. J. Zhai, "Affordable solar-assisted biogas digesters for cold climates: Experiment, model, verification and analysis," *Appl. Energy*, vol. 146, pp. 209–216, 2015.

[6] F. Cotana, A. Petrozzi, A. L. Pisello, V. Coccia, G. Cavalaglio, and E. Moretti, "An innovative small sized anaerobic digester integrated in historic building," *Energy Procedia*, vol. 45, pp. 333–341, 2014.

[7] J. Bombardiere, T. Espinosa-solares, M. Domaschko, and M. Chatfield, "Thermophilic Anaerobic Digester Performance Under Different Feed-Loading Freaquency," *Appl. Biochem. Biotechnol.*, vol. 136–140, pp. 765–776, 2007.

[8] T. Espinosa-Solares, S. Valle-Guadarrama, J. Bombardiere, M. Domaschko, and M. Easter, "Effect of heating strategy on power consumption and performance of a pilot plant anaerobic digester," *Appl. Biochem. Biotechnol.*, vol. 156, no. 1–3, pp. 35–44, 2009.

[9] R. Maryana, H. Herdian, and A. Febrisiantosa "Analisis rancangan digester skala laboratorium terhadap produksi biogas yang dihasilkan," no. ISBN. 979363167-8, pp. 428–433, 2013.

[10] B. M. Suyitno, S. Harahap, P. Studi, M. Teknik, and U. Pancasila, "Anaerobik sampah organik sebagai pembangkit listrik tenaga sampah (pltsa) di kabupaten tegal," vol. 7, no. 2, pp. 115–120.

[11] W. Didit, "Analisis pembangkit listrik tenaga biogas dengan pemanfaatan kotoran sapi di kawasan peternakan sapi, " *FT UI*, 2011.