

Jurnal Ilmiah

Teknik, Teknologi Kelautan dan Energi Terbarukan
(*Scientific Journal of Engineering, Marine Techology and Renewable Energy*)
Universitas Darma Persada

Volume I, Agustus 2023

PENDINGIN PEMBUAT ICE SLURRY

Y. Arya Dewanto, Aldyn Clinton, Ayom Buwono, Muswar Muslim, Aldi Nuraffandi, Michael Pither Josep

GASIFIKASI LIMBAH BIOMASSA

Suhendro Saputro, Jumint, Akahesta Sunu W, Kamaruddin Abdullah, Muhammad Syukri Nur

PEMBELAJARAN (RPP) PADA SDIT XYZ BEKASI BARAT

Endang Susilawati, Wafa Annafisah

STUDI APLIKASI METODE *BALANCED SCORECARD* UNTUK PENINGKATAN KINERJA MUTU PADA INDUSTRI MANUFAKTUR DAN JASA

Erwin, Endang Tripujiastuti, Herlina Sunarti

RANCANG BANGUN MESIN PEMBUAT ES PUTER KAPASITAS 10 LITER

Bimo Driantama Saputra, Erwin, Didik Sugiyanto

Lembaga Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat dan Kemitraan
Universitas Darma Persada
Jakarta



JURNAL ILMIAH TEKNOLOGI KELAUTAN DAN ENERGI TERBARUKAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

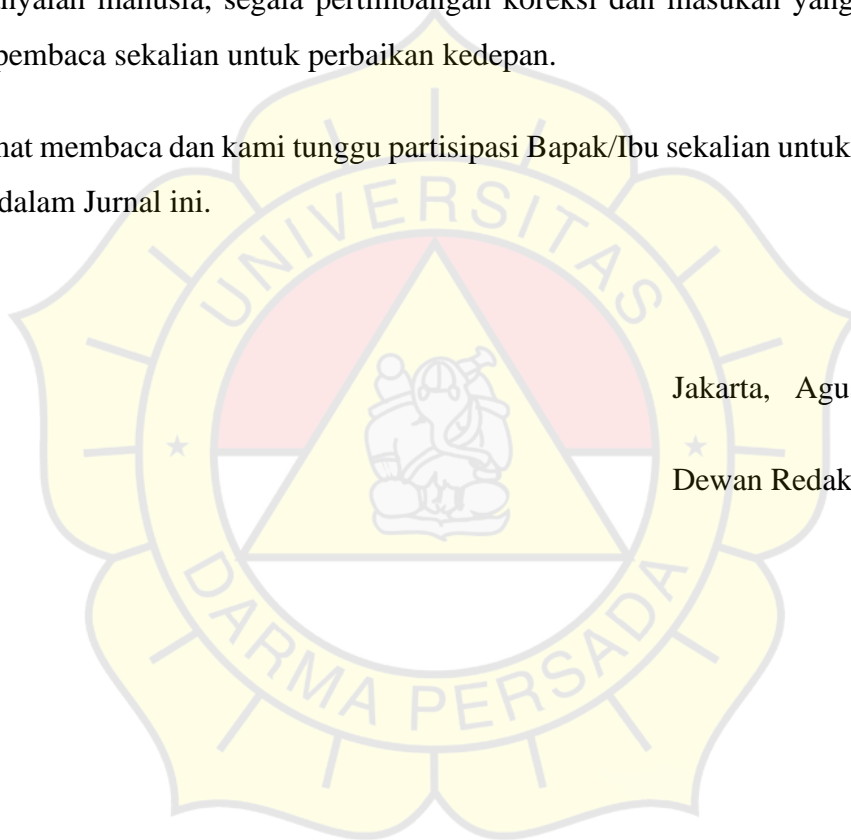
<i>Pelindung</i>	: Dr. Tri Mardjoko, SE, MA.
<i>Penanggungjawab</i>	: DR.Eng. Fauzry Fahmi, M.Eng.
<i>Pimpinan Redaksi</i>	: DR. Muswar Muslim, ST, M.Sc.
<i>Chief Editor</i>	* : 1. DR. Ade Supriatna, ST, MT.
<i>Section Editor</i>	1 DR. Rolan Siregar, ST, MT.. 2. DR. Asyari Darius, MT. 3. DR. Muhammad Syukri Nur
<i>Layout Editor</i>	: 1. Yusran Hanif, S.Sos. 2. Susilo Handoyo, SE.
<i>Mitra Bestari</i>	: 1. Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU. 2. DR. Eng. Aep Saepulu Uyun, M.Eng. 3. DR. Arif Fadillah, ST, M.Eng.IPM 4. Ir. Erkata Yandri, M.Sc, rer.nat.
<i>Alamat Redaksi</i>	: Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur (13450)

Kata Pengantar

Puji Syukur kami panjatkan pada Allah Tuhan Maha Kuasa akhirnya kami dapat mewujudkan niat kami dengan menerbitkan Teknik, Teknologi Kelautan dan Energi Kelautan. Hal ini sebagai wadah bagi penulis yang terdiri dari dosen tetap khususnya dan tidak menutup kemungkinan dari dosen tidak tetap dan dosen diluar Unsada umumnya, dalam mengembangkan aspirasi dan ide-ide cemerlang melalui tulisan-tulisannya sebagai salah satu pengaktualisasikan tridarma perguruan tinggi.

Tentu kami hanyalah manusia, segala pertimbangan koreksi dan masukan yang positif sangat kami butuhkan dari pembaca sekalian untuk perbaikan kedepan.

Akhirnya selamat membaca dan kami tunggu partisipasi Bapak/Ibu sekalian untuk turut serta mewarnai tulisan-tulisan dalam Jurnal ini.



Jakarta, Agustus 2023

Dewan Redaksi

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
PENDINGIN PEMBUAT ICE SLURRY..... <i>Y. Arya Dewanto, Aldyn Clinton, Ayom Buwono, Muswar Muslim, Aldi Nuraffandi, Michael Pither Josep</i>	1 - 10
GASIFIKASI LIMBAH BIOMASSA..... <i>Suhendro Saputro, Jumint, Akahesta Sunu W, Kamaruddin A, M. Syukri Nur</i>	11 - 18
PEMBELAJARAN (RPP) PADA SDIT XYZ BEKASI BARAT	19 - 26
<i>Endang Susilawati, Wafa Annafisah</i>	
STUDI APLIKASI METODE BALANCE SCORECARD UNTUK PENINGKATAN KINERJA PADA INDUSTRI MANUFAKTUR DAN JASA..... <i>Erwin, Endang Tripujiastuti, Herlina Sunarti</i>	27 - 36
RANCANG BANGUN MESIN PEMBUAT ES PUTAR KAPASITAS 10 LITER..... <i>Bimo Driantama Saputra¹, Erwin², Didik Sugiyanto³</i>	37 - 44

GASIFIKASI LIMBAH BIOMASSA

Suhendro Saputro¹, Juminto¹

Tanda Tanda Akahesta Sunu W¹Kamaruddin Abdullah². dan Muhammad Syukri Nur²,

¹Mahasiswa sekolah Pascasarjana, Unsada

² Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Sekolah Pascasarjana Universitas Darma Persada
Jl Taman Malka Selatan Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

¹,Saputro.Suhendro@gmail.com

¹Lordjuminto@gmail.com

Aika_hikaru@yahoo.com

²Kamaruddinabd@gmail.com

².Syukrimnur@gmail.com

Abstrac-This experimental study on gasification here include reactor, cyclone, scrubber and blower. Test performance of the gasification used several biomass wastes has been used during the WW II.for transportation purposes.Since the energy crisis this technology has attract attention again due to this technology only emit small CO₂ and used renewable wastes such as saw dust, rice husk, empty fruit bunch of palm oil, coconut shell and twigs of woods available in the campus, and sugar cane bagasse. During the test performance several parameter were measured such as temperature distribution in the reactor, combustion rate of biomass.CO gas concentration, amount of tar produced and dust. During the test it was found that resulting gas from all biomass waste were capable of burning. All biomass wastes tested produced several level of CO gas concentration varied between 593.3 ppm to 812 ppm, The combustion rate varied between 5.65 kg/h and 9.9 kg/h

Keywords:: gasification, biomass waste, experimental, reactor; CO gas, small scale

Abstrak- Penelitian experimental ini menggunakan mesin gasifikasi terdiri dari reaktor, siklon, scrubber, dan kipas penghisap gas hasil reaksi. Percobaan uji unjuk kerja mesin gasifikasi menggunakan berbagai limbah biomassa yang terdiri dari serbuk kasar kayu gergaji; sekam padi, serbuk halus kayu gergaji; tandan kosong kelapa sawit; batok kelapa, daun dan ranting kayu yang ada berasal dari pepohonan kampus UNSADA; dan ampas tebu. Pada uji unjuk kerja mesin gasifikasi dilakukan pengukuran berbagai parameter antara lain distribusi suhu dalam reaktor, laju pembakaran, konsentrasi gas CO yang dihasilkan serta kadar tar dan abu.

Pada kondisi percobaan semua limbah biomassa yang diuji mampu menghasilkan gas mampu bakar. Hasil uji menunjukkan bahwa limbah biomassa yang diuji menghasilkan konsentrasi gas CO bervariasi antara 593.3 ppm-dan 812 ppm, laju pembakaran bervariasi antara 5.65 kg/jam dan 9.9 kg/jam,kadar tar antara 1.73% dan 7.63% sedangkan kadar abu bervariasi antara 1.4% dan 7.74%.

Katakunci: gasifikasi, limbah biomassa, experimental,reactor, gas CO , skala kecil

● **PENDAHULUAN**

Budiono [1] potensi limbah biomassa di negara kita berada pada sekitar 146.7 juta ton atau setara dengan 470 GJ/tahun. E4tech [2] mengkaji ulang berbagai teknologi gasifikasi biomassa termasuk keekonomiannya. Berdasarkan survai dari Manurung [3] dalam disertasinya mengupas secara teori dan percobaan mengenai gasifikasi sekam padi untuk pembangkit listrik skala kecil (30 kW). Susanto [4;5], menjelaskan secara rinci teknologi gasifikasi sekam yang sejarahnya dimulai di ITB sejak tahun 1976 oleh Manurung dan Saswinadi [6]. Pada awalnya mereka bekerjasama dengan TH Twente (Belanda) dan TH Delft untuk menghasilkan proses gasifikasi dengan umpan 2 kg/jam. Affendy, dkk. [7] melakukan uji variasi beban listrik dan rasio gas hasil gasifikasi sekam padi pada mesin diesel dual fuel. Rajvanshi [8], membahas berbagai jenis gasifikasi dan menjelaskan secara rinci proses gasifikasi. Biasanya 1.2 kg-1.6 kg biomasa dapat menghasilkan 1 kWh listrik. Ada 13 perusahaan swasta telah berhasil membangun pembangkit energi biomassa dan menjual listriknya ke PLN dengan total kapasitas pembangkit sebesar 77.5 MW [9] Berdasarkan kompilasi data sekunder dari berbagai publikasi, tampak bahwa nilai kalor (calorific value-CV) masing-masing berbeda untuk setiap limbah biomassa (Tabel 1). Nilai CV terbesar adalah batok kelapa dengan nilai 21.80 MJ/kg, dan yang terkecil adalah sekam padi (12.50 MJ/kg).

TABEL 1.

NILAI KALOR LIMBAH BIOMASSA

No	Tipe biomas sa	Nilai kalor (MJ/kg)	Sumber
----	----------------	---------------------	--------

1	Serbuk kayu kasar	18.75	https://www.ecn.nl/phyllis2/Browse/Standard/ECN-Phyllis#saw%20dust [10]
2	Sekam padi	12.50	Belanio [11].
3	Serbuk kayu halus	18.75	https://www.ecn.nl/phyllis2/Browse/Standard/ECN-Phyllis#saw%20dust [12]
4	Cangkang kosong	17.02	Y. Uemura, et al [13]
5	Batok kelapa	21.8	Jeny Farladhie [14]
6	daun dan ranting kayu	19.02	https://www.ecn.nl/phyllis2/Browse/Standard/ECN-Phyllis#tropical%20wood [10]
7	Ampas tebu	26.0	A.Conag <i>et al.</i> [15]

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan performa mesin gasifikasi yang dikonstruksi

● **TEKNOLOGI KONVERSI BIOMASSA**

Gasifikasi stasioner (*fixed bed gasifier*) terdiri dari 3 macam yaitu apa yang disebut aliran keatas (*Updraft*). Aliran kebawah (*down draft*) dan aliran menyilang (*cross draft*). Pada masing-masing tipe terdapat zone dalam reaktor gasifikasi yaitu: (Lihat Gbr 1 untuk tipe aliran kebawah).

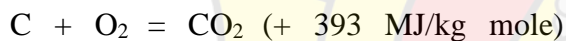
- a) zona pengeringan (*drying zone*)
- b) pirolisa –dimana tar dan zat yang mudah menguap dikeluarkan
- c) pembakaran

d) reduksi

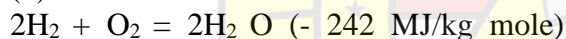
Untuk masing-masing zona terjadi reaksi berikut:

a) **Zone Pembakaran (Combustion zone)**

Bahan bakar padat yang dapat terbakar umumnya terdiri atas beberapa elemen berupa karbon, hidrogen, dan oxyge. Pada pembakaran sempurna karbon dioksida didapatkan dari karbon dalam bahan bakar sedangkan air didapat dari hidrogen dalam bentuk uap from the hydrogen, usually as steam. Reaksi pembakaran merupakan pelepasan energi keluar (Exothermic) dan menghasilkan suhu pembakaran teoritis 1450°C. Reaksi utama adalah sbb.



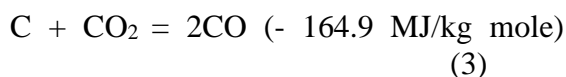
(1)



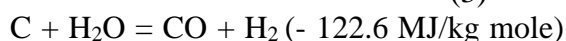
(2)

b) **Zona Reduksi**

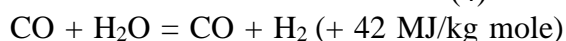
Produk dari pembakaran sebagian (air, karbon dioksida dan bahan yang tidak terbakar dipecahkan menjadi produk pirolisa) akan melawati arang yang merah menyala dimana reaksi reduksi berlangsung.



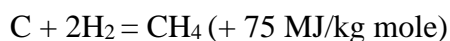
(3)



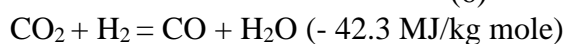
(4)



(5)

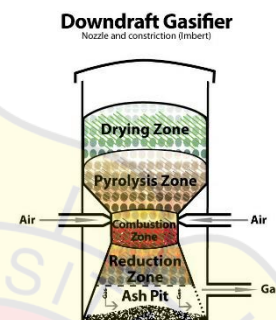


(6)



(7)

Reaksi (3) dan (4) merupakan reaksi utama dari proses reduksi dan karena menyerap energi dari sekeliling (endothermic) sehingga mempunyai kemampuan untuk menurunkan suhu. Sebagai akibatnya suhu di zona reduksi berada antara 800-1000°C. Makin rendah suhu zona reduksi (~ 700-800°C), maka makin rendah nilai kalor dari gas.



Gambar 1. Down draft gasifier (Gasifier aliran menurun)

c) **Zona pirolisa**

Pirolisa dari bahan merupakan proses yang rumit karena masih belum sepenuhnya di ketahui. Produk dari pirolisa tergantung dari suhu, tekanan, lama tinggal (residence time) dan kehilangan panas. Walaupun demikian hal berikut dapat dikemukakan. Sampai kepada tingkat suhu 200°C hanya air yang diuapkan. Antara 200 - 280°C karbon dioksida asam aseta (CH₃COOH) dan air diuapkan. Pada proses pirolisa yang nyata yang terjadi antara 280 -500°C, akan menghasilkan banyak tar dan gas yang mengandung karbon dioksida. Disamping tar ringan juga dihasilkan methyl alkohol. Diantara 500 - 700°C produksi gas kecil dan mengandung hidrogen.

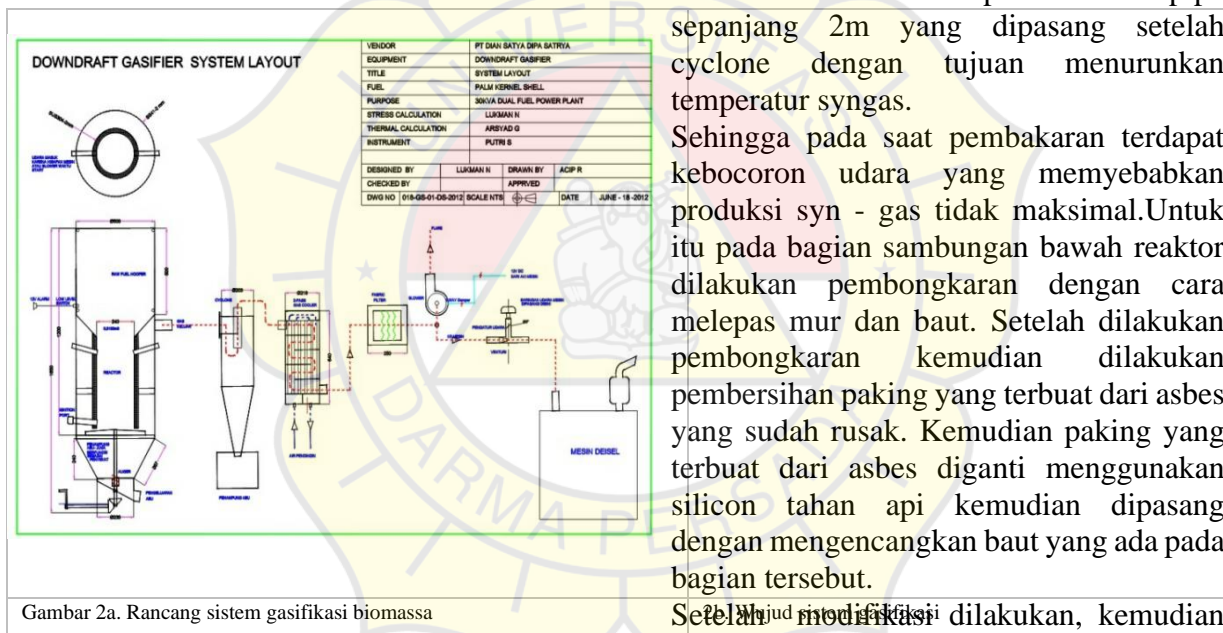
● RANCANGAN GASIFIER

Berdasarkan data dari PT. Dian Saya Dipasatria, Jakarta, rancangan gasifier biomassa seperti yang tersaji pada Gambar 2a, dengan wujud seperti pada Gambar 2b.

Gasifier ini terdiri dari reaktor, siklon, scrubber

Dan kipas penghisap hasil syngas. Saat diuji ternyata belum berfungsi dengan baik, suhu oksidasi tidak bisa mencapai 1000 oC dan gas hasil pembakaran tidak bisa menyala.

Sistem gasifikasi biomassa dimodifikasi berdasarkan beberapa kali percobaan karena disesuaikan dengan kecepatan hisapan angin dari blower, kemampuan produksi gas dan pembuktian terjadinya gas melalui pembakaran. Perbaikan dimulai dengan melakukan observasi kenapa syngas (gas CO) tidak bisa terbakar.



Gambar 2a. Rancang sistem gasifikasi biomassa

Sehingga pada saat pembakaran terdapat kebocoran udara yang menyebabkan produksi syn - gas tidak maksimal. Untuk itu pada bagian sambungan bawah reaktor dilakukan pembongkaran dengan cara melepas mur dan baut. Setelah dilakukan pembongkaran kemudian dilakukan pembersihan paking yang terbuat dari asbes yang sudah rusak. Kemudian paking yang terbuat dari asbes diganti menggunakan silicon tahan api kemudian dipasang dengan mengencangkan baut yang ada pada bagian tersebut.

Setelah modifikasi dilakukan, kemudian dilakukan uji coba pembakaran. Dari uji coba tersebut didapatkan Syngas yang bisa dibakar, tetapi produksi syngas masih bercampur dengan tar. Seiring berjalannya waktu proses pembakaran, tar yang dihasilkan masuk kedalam blower dan mengganggu aliran syngas yang dihisap blower. Dari masalah tersebut dilakukan modifikasi penempatan blower dengan tujuan tar yang masuk ke blower bisa terpisah dengan syngas. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan menempatkan blower dengan posisi miring. Selain modifikasi pada bagian blower, juga dilakukan modifikasi penambahan pipa sepanjang 2m yang dipasang setelah cyclone dengan tujuan menurunkan temperatur syngas.

Sehingga pada saat pembakaran terdapat kebocoran udara yang menyebabkan produksi syn - gas tidak maksimal. Untuk itu pada bagian sambungan bawah reaktor dilakukan pembongkaran dengan cara melepas mur dan baut. Setelah dilakukan pembongkaran kemudian dilakukan pembersihan paking yang terbuat dari asbes yang sudah rusak. Kemudian paking yang terbuat dari asbes diganti menggunakan silicon tahan api kemudian dipasang dengan mengencangkan baut yang ada pada bagian tersebut.

Setelah modifikasi dilakukan, kemudian dilakukan uji coba pembakaran. Dari uji coba tersebut didapatkan Syngas yang bisa dibakar, tetapi produksi syngas masih bercampur dengan tar. Seiring berjalannya waktu proses pembakaran, tar yang dihasilkan masuk kedalam blower dan mengganggu aliran syngas yang dihisap blower. Dari masalah tersebut dilakukan modifikasi penempatan blower dengan tujuan tar yang masuk ke blower bisa terpisah dengan syngas. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan menempatkan blower dengan posisi miring. Selain modifikasi pada bagian blower, juga

dilakukan modifikasi penambahan pipa sepanjang 2m yang dipasang setelah cyclone dengan tujuan menurunkan temperatur syngas.



Gambar 3. Gasifier hasil perbaikan

- PERCOBAAN



Pra perlakuan yang diterapkan adalah pengeringan selama 2-3 hari di terik matahari untuk mendapatkan biomassa yang kering (kadar air dibawah 10%), kemudian dipotong-potong berukuran sekitar 5 cm untuk ampas tebu, daun-ranting, dan tempurung kelapa, serta tandan kosong sawit.

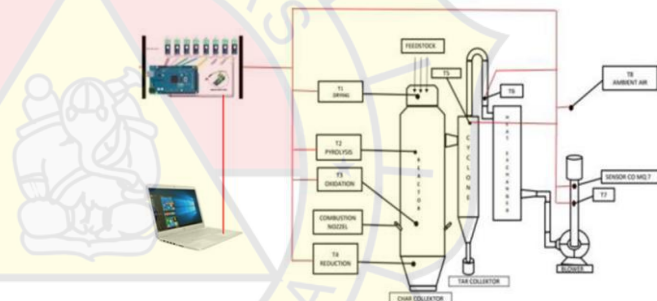
Kemudin dilakukan penimbangan dilakukan untuk setiap biomassa yang akan dimasukkan ke reaktor gasifier Pembakaran awal pada system gasifer dilakukan pada

lubang pembakaran (combustion nozzle) selama beberapa detik. Selama proses gasifikasi, tar ditampung demikian juga dengan Arang (Abu). Pengukuran suhu dilakukan pada delapan titik dimulai dari reaktor gasifier hingga pada pipa pembuangan gas untuk dibakar.

Sistem pengukuran menggunakan Arduino yang dicatat melalui computer (Software PLX-DAQ).

Interval pengukuran temperature adalah 10 detik kemudian dibuat nilai rata-rata untuk interval setiap satu menit. Penimbangan berat abu dan tar dilakukan setelah selesai proses gasifikasi. Posisi pengukur suhu dapat di lihat pada gbr.4 berikut

Gambar 4. Posisi pengukuran suhu



- HASIL DAN PEMBAHASAN

Semua limbah yang diuji mampu menghasilkan gas CO yang mampu bakar seperti terlihat pada Gbr. 5. Tabel 2. Menunjukkan rekapitulasi hasil uji unjuk kerja mesin gasifikasi biomassa. FCR (FuelCombustion Rate) atau laju pembakaran serbuk kayu kasar adalah 1.09 kg/jam, serbuk kayu kasar, 0.94 kg/jam, tempurung kelapa 1.08 kg/jam. SGR (Specific Gasificatio Rate) atau laju gasifikasi spesifik masing-masing serbuk kayu kasar dan ranting kering adalah 12.71 kg/m², tempurung kelapa 10.96 kg/m², dandaun dan ranting kering, 12.59 kg/m².

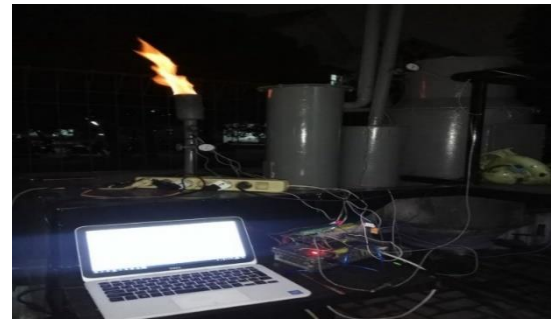
TABEL 2.

REKAPITULASI HASIL UJI UNJUK KERJA MESIN GASIFIKASI BIOMASSA

No	Types of biomass	Weight of biomass (kg)	T (°C) - Burning Gas	Burn time (minutes)	Tar (litre)	Charcoal (kg)	Burn rate (g s ⁻¹)	Yield Tar (%)	Yield Charcoal (%)
1	Rough wood powder	13.1	686.50	108	1.00	0.35	2.02	7.63	2.67
2	Rice Husk	16.4	849.50	153	1.00	1.27	1.79	6.10	7.74
3	Fine wood powder	14.3	791.00	152	0.50	0.20	1.57	3.50	1.40
4	Empty fruit bunch	15.29	506.00	123	0.50	0.43	2.07	3.27	2.81
5	Coconut shell	26.73	229.25	162	1.50	0.50	2.75	5.61	1.87
6	Leaves & twigs of wood	14.41	530.00	97	0.25	0.86	2.48	1.73	5.97
7	Sugarcane bagase	10.22	379.00	82	0.45	0.31	2.08	4.40	3.03

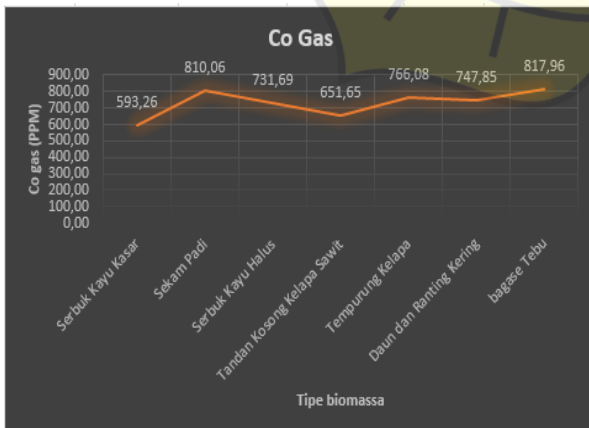


Gambar 5. Uji pembakaran gas CO dari limbah biomassa



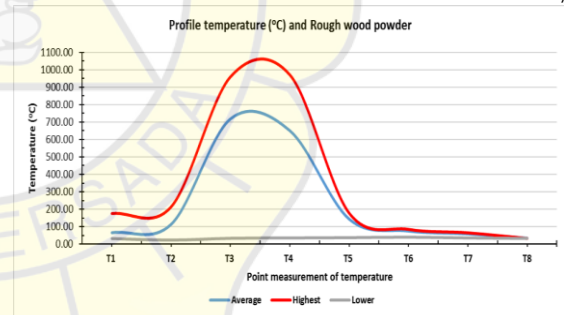
Gambar 6. Hasil produksi gas CO dari berbagai limbah biomassa

Gambar 6 menunjukkan hasil konsentrasi gas CO dimana dari ketujuh limbah yang diuji konsentrasi yang dihasilkan berbeda. Yang paling rendah adalah yang berasal dari limbah serbuk kayu kasar sebesar 593.3ppm, dan yang tertinggi dari limbah ampas tebu sebesar 818 ppm.

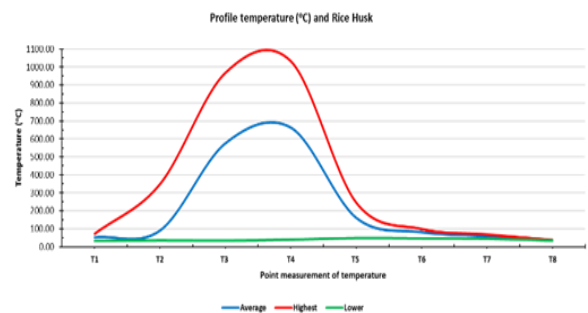


Gambar 7 dan 8 menunjukkan distribusi suhu dalam reaktor dari zona pengeringan (T1) sampai dengan zona reduksi terus dilanjutkan ke suhu gas CO yang keluar melalui kipas penghisap.

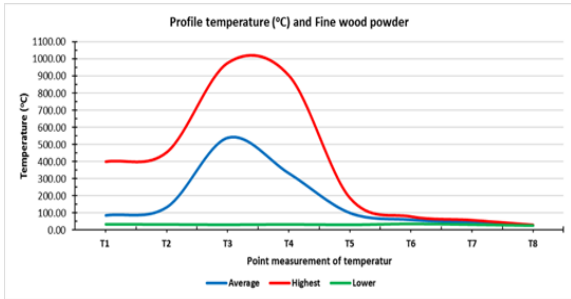
Gambar 7. Distribusi suhu pada berbagai komponen gasifikasi dari limbah serbuk kayu kasar



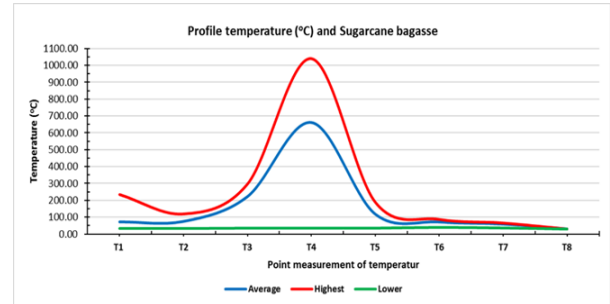
u kasar



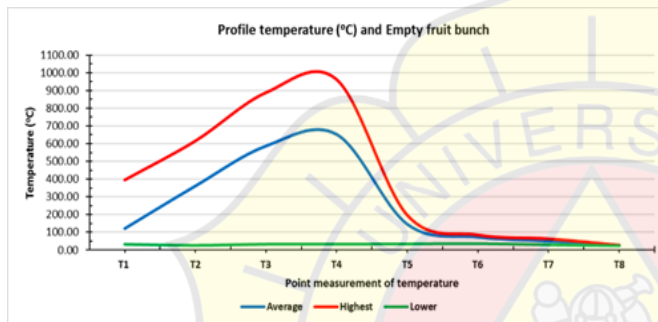
Gambar 8. Distribusi suhu pada berbagai komponen gasifikasi dengan limbah sekam



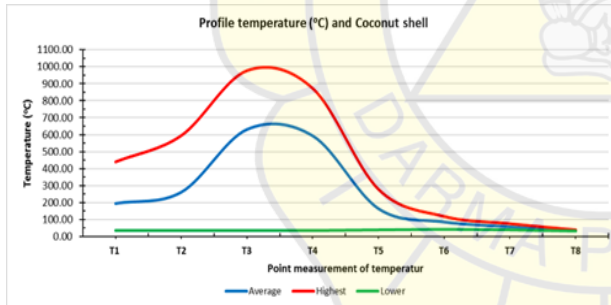
Gambar 9. Distribusi suhu untuk limbah serbuk kayu halus



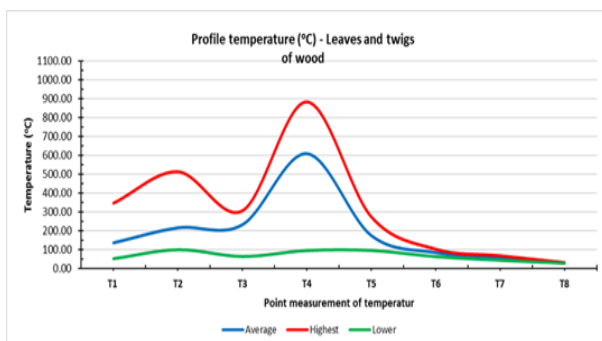
Gambar 13. Distribusi suhu dari limbah ampas tebu



Gambar 10. Distribusi suhu dari limbah tandan kosong



Gambar 11. Distribusi suhu dari limbah batok kelapa



Gambar 12. Distribusi suhu dari limbah daun dan ranting

● KESIMPULAN DAN SARAN

- 1) Telah berhasil diperbaiki reaktor gasifikasai limbah biomassa dan dengan berbagai pasokan limbah biomssa mampu menghasilkan gas mampu bakar
- 2) Konsentrasi gas CO yang dihasilkan brvarisi antara 593 ppm dengan limbah kayu kasar dan 818 ppm ddengan ampas tebu
- 3) Laju pembakaran biomassa direktor bervariasi antara 5.65 kg/jam 9.9 kg/jam , sedangkan jumlah tar dan abu bervariasi masing-masing antara 1.73% dan 7.63% dan antara 1.4% dan 7.74 %
- 4) Perlu dilakukan uji lagi menggunakan desain awal dmana scrubber menggunakan air

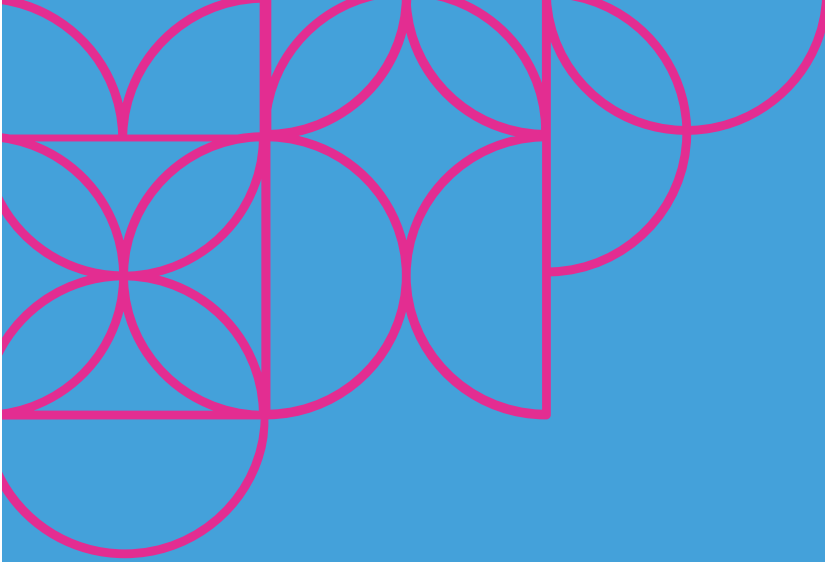
● UCAPAN TERIMA KASIH

Kami emngucapkan terima kasih ata antuan dana dari LP2MK sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

● KEPUSTAKAAN

[1] C. Budiono, ZREU.

- [2] E4tech (2009). Review of Technologies for Gasification of Biomass and Wastes, final report, NNFCC project 009/008.
- [3]. Manurung R (1994). Doctoral Dissertation, ITB. Dikunjungi Januari 2018
- [4] Susanto Herry, 2005. Pengujian PLTD gasifikasi sekam 100 kW di Haurgeulis, Indramayu> Program Studi Teknik Kimia, FTI-ITB
- [5] Susanto, H (2015). Sekilas teknologi gasifikasi, Biomass gasification. <http://esptk.fti.itb.ac.id/herri/index.html>. diunduh September 2015. M. Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu (2010). Uji Variasi Beban Listrik Dan Rasio Gas Hasil Gasifikasi Sekam Padi Pada Mesin Diesel Dual Fuel. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses 2010. ISSN : 1411-4216
- [6]. Manurung R, Rajvanshi, A.K. (1986). Biomass gasification. Chapter (No. 4) in book "Alternative Energy in Agriculture", Vol. II, Ed. D. Yogi Goswami, CRC Press, 1986, pgs. 83-102. R (1994). Doctoral Dissertation, ITB. Dikunjungi Januari 2018
- [7] M. Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu (2010). Uji Variasi Beban Listrik Dan Rasio Gas Hasil Gasifikasi Sekam Padi Pada Mesin Diesel Dual Fuel. SEMINAR REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2010. ISSN : 1411-4216
- [8]. Rajvanshi, A.K. (1986). Biomass gasification. Chapter (No. 4) in book "Alternative Energy in Agriculture", Vol. II, Ed. D. Yogi Goswami, CRC Press, 1986, pgs. 83-102.
- [9]. Wibowo (2013). Kebijakan dan Prospek Pengembangan Biomassa. Focus Group Discussion Hutan Energi untuk Pengembangan Biomassa.
- [10] <https://www.ecn.nl/phyllis2/Browse/Standard/ECN-Phyllis#tropical%20wood>
- [11] [Belanio \(2005\). Rice husk stove handbook. Department of agricultural Engineering and Environmental Managemnt College of Agriculture, Central Phlippines, University Iloilo City, the Phlippines](#)
- [12]. <https://www.ecn.nl/phyllis2/Browse/Standard/ECN-Phyllis#saw%20dust> . dikunjungi Januari 2018
- [13] Y. Uemura, W.N. Omar, T. Tsutsui, S.Bt. Yusup: Torrefaction of oil palm wastes. Fuel 90 (2011) 2582-2591
- [14] J. Faradhie, Program studi Teknik Mesin, Universitas Sultah, Demak Fatah
- [15]. A.T. Conag, J.E. RVillahwemose L, Cabastangan and A.W. Go. (2017). Journal of Environmental Chemical Engineering



Jurnal Ilmiah Teknik, Teknologi Kelautan dan
Energi Terbarukan
*(Scientific Journal of Engineering, Marine Technology and
Renewable Energy)*
Universitas Darma Persada

