

Analisa Karakteristik Solar Dengan Kondensat Dari Campuran Plastik dan Pasir Pembentuk *Paving Block* Melalui Uji Bom Kalorimeter dan *Gas Analyzer*

I Gede Wahyu Dian Krisnanda, Ngakan Putu Gede Suardana, dan I Wayan Bandem Adnyana

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Saat ini, meningkatnya penggunaan plastik di masyarakat karena mempunyai keunggulan lebih dari bahan lain. Namun disisi lain, plastik juga memiliki kerugian karena bahan baku pembuatan plastik berasal dari penyulingan minyak bumi yang menyebabkan menipisnya cadangan minyak bumi, beberapa solusi untuk menanggulangnya antara lain, dapat diolah menjadi aspal, beton, paving block serta limbah plastik dapat diolah menjadi BBM. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk BBM dari kondensat hasil kondensasi gas hasil pemanasan pada pembuatan paving block berbahan plastik jenis LDPE yang dicampur pasir sungai dengan variasi campuran 1:5 dan 1:7 suhu pemanasan 200°C selama 30 menit yang diuji dengan alat gas analyzer untuk mengetahui kandungan CO, CO₂, HC dan alat bom kalorimeter untuk mengetahui pengaruh kondensat terhadap nilai kalor solar. Dari penelitian ini, semakin sedikit jumlah pasir yang digunakan pada proses pembuatan paving block maka kandungan CO, CO₂, HC dan nilai kalor semakin tinggi.

Kata Kunci : plastik LDPE, BBM, nilai kalor

Abstract

Currently, the increasing use of plastics in society because it has advantages over other materials. But on the other hand, plastic also has disadvantages because the raw material for making plastic comes from petroleum refining which causes depletion of petroleum reserves, several solutions to overcome this include processing it into asphalt, concrete, paving blocks and plastic waste can be processed into fuel oil.

This research aims to produce fuel oil products from the condensate resulting from heating gas condensation in the manufacture of paving blocks with plastics LDPE mixed with river sand a variation mixture of 1:5 and 1:7 with a heating temperature of 200°C for 30 minutes tested with a gas analyzer to determine the content of CO, CO₂, HC and a bomb calorimeter to determine the effect of condensate on the heating value of diesel fuel. From this research, the smaller the amount of sand used in the paving block manufacturing process, the higher the CO, CO₂, HC and heating value.

Keywords: LDPE plastic, BBM (Fuel oil), heating value

1. Pendahuluan

Plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, karena mempunyai keunggulan lebih dari bahan lain. Akan tetapi plastik yang telah menjadi sampah, jika tidak ditangani secara efektif akan berdampak negatif terhadap alam dan dapat berbalik menghancurkan kehidupan di sekitarnya [1]. Saat ini, sampah merupakan permasalahan utama yang sedang dihadapi di Indonesia khususnya di provinsi Bali, penumpukan sampah plastik semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Masalah lain yang ditimbulkan dari plastik yaitu menyebabkan menipisnya cadangan minyak bumi, dimana plastik adalah senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Dengan salah satu bahan baku yang sering dipakai adalah Naphta yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi.

Penanganan limbah plastik yang saat ini banyak dikembangkan adalah mengubah limbah plastik menjadi BBM. Dengan ini dua permasalahan bisa diatasi, yaitu menumpuknya sampah kantong plastik dan diperolehnya kembali BBM yang merupakan bahan baku pembuatan plastik. Penelitian yang dilakukan [2], yaitu dengan mengolah kembali limbah plastik jenis LDPE tersebut dengan cara proses pencacahan, proses pencairan dan pencampuran limbah plastik jenis LDPE dengan penguatnya yaitu pasir dengan jenis pasir sungai dengan ukuran butir pasir 2-3mm untuk pembuatan *paving block*. Pengolahan plastik jenis LDPE menjadi bahan campuran *paving block* merupakan salah satu pengembangan ilmu pengetahuan yang memberikan manfaat positif untuk mengurangi limbah plastik.

Pada penelitian ini dilakukan suatu alternatif dengan mengkondensasikan gas hasil pemanasan pada pembuatan *paving block*

berbahan plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) dengan penguatnya yaitu pasir dengan jenis pasir sungai dengan ukuran butir pasir 2-3mm dengan waktu operasi selama 30 menit pada suhu 200°C dan dilakukannya pengujian nilai kalor pada kondensat ini bertujuan untuk mengetahui perubahan energi dalam bentuk nilai kalor serta yang dihasilkan kondensat dari proses pembuatan *paving block*. Berdasarkan permasalahan diatas, maka rumusan masalah yang dapat diambil antara lain:

1. Bagaimanakah pengaruh kondensat dari proses pembuatan *paving block* berbahan dasar campuran plastik pasir terhadap nilai kalor dari solar?
2. Bagaimana kandungan gas hasil pemanasan dari proses pembuatan *paving block* berbahan dasar campuran plastik pasir?

Beberapa batasan ditetapkan pada penelitian ini antara lain:

1. Temperatur pemanasan pada tungku dengan suhu 200°C.
2. Perbandingan campuran pasir dan plastik adalah (1:5 dan 1:7).
3. Sampah plastik yang digunakan adalah jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) dari TPS Suwung Serangan.
4. Pasir yang digunakan adalah pasir sungai dari sungai unda dengan butiran pasir yang berukuran 2-3mm.
5. Alat kondensasi yang digunakan dianggap terisolasi sempurna.
6. Proses kondensasi menggunakan air keran biasa.
7. Pengukuran kandungan gas hasil pemanasan menggunakan alat *gas analyzer* dengan kandungan yaitu CO, CO₂, dan HC.
8. Pencampuran solar dan kondensat hanya dilakukan pada pengujian bom kalorimeter.

2. Dasar Teori

2.1. BB (Bahan bakarr)

BB merupakan suatu materi yang bisa diubah menjadi energi.

2.2. Plastik

merupakan salah satu jenis makromolekul yang terbentuk dari proses poliimerisasi. Dimana Poliimerisasi merupakan proses mengabungkan beberapa molekul sederhana yang melalui proses kimia menjadi molekul besar. Penyusun utama plastik adalah Karbon dan Hidrogenn dengan salah satu bahan baku yaitu Neptha.

2.3. Pasir

Merupakan salah satu material dengan bentuk butiran. Umumnya dengan ukuran

antara 0,0625-2mm. Dengan unsur pembentuknya silikon dioksida, tapi di beberapa pantai subtropics dan tropics dibentuk dari batu kapur.

3. Metode penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

3.1. Alat

Penggunaan alat-alatt dalam penelitian ini yaitu, Mesin Pencacah Limbah Plastik, Ayakan Pasir, Oven, Alat Pencair Plastik Dan Pencampur Dengan Pasir, Kondensor, Botol Kaca, *Infrared thermometer*, Timbangan Digital, Alat Uji Bom Kalorimeter, Alat Uji *Gas Analyzer*.

3.2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan yaitu, Limbah Plastik jenis LDPE yang dicacah menjadii serpihan kecil, Pasir dengan ukuran butiran 2-3 mm, dan Solar yang dihasilkan dari proses penyulingan tingkat menengah dengan memasak minyak mentah pada suhu 180-360°C. Dimana pada pengujian ini solar akan ditambahkan dengan kondensat dengan variasi 1:5 dan 1:7.

3.3. Langkah pengujian

Berikut langkah-langkah proses pengujian dalam penelitian ini antara lain :

1. Pencacahan plastik agar menjadi potongan kecil untuk memudahkan proses pengadukan agar plastik dan pasir tercampur merata pada saat proses pemanasan.
2. Oven pasir selama 24 jampada suhu 200°C untuk mengurangi kadar air pada pasir dan diayak dengan ukuran 2-3mm sebelum proses pemanasan.
3. Proses pencampuran plastik dan pasir dengan perbandingan plastik dan pasir (1:5 dan 1:7) kemudian dipanaskan pada temperatur 200°C selamaa 30 menit.
4. Pendeteksian gas hasil pemanasan dilakukan pada saat 25 menit setelah plastik dan pasir tercampur pada tungku pengaduk dan dilakukan dua kali pendeteksian yaitu pada saat gas hasil pemanasan sebelum kondensasi dan setelah kondensasi.
5. Selama proses pemanasan dilakukan akan menimbulkan asap. Asap ini kemudian dialirkan ke kondensor untuk dikondensasi. Selama proses kondensasi, air dialirkan di tabung kondensor sebagai media pendingin. Asap yang didinginkan akan berubah menjadi cairan yang disebut kondensat, kondensat ini kemudian ditampung di dalam botol dan ditutup untuk mengurangi kemungkinan

terjadinya kondensasi secara alami oleh udara.

6. Disiapkan cairan kondensat dan solar untuk pengujian di lab. dengan proses pengujian yaitu pengujian bom kalorimeter.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengujian Nilai Kalor

Pengujian bom kalorimeter dilakukan di Lab. Analisa Bahan Universitas Udayana. Alat yang digunakan yaitu *Oxygen Bomb Calorimeter*.



Gambar 1. Alat Bom Kalorimeter

Hasil setelah dilakukan pengujian nilai kalor dari lima variasi spesimen, yaitu kondensat plastik dan pasir dengan campuran 1:5 dan 1:7, solar murni (solar 100%), campuran solar (90%) dengan kondensat plastik dan pasir dengan campuran 1:5 (10%), serta campuran solar (90%) dengan kondensat plastik dan pasir dengan campuran 1:7 (10%). Sebelum pengambilan data dilakukan pengujian dengan menggunakan benzoid acid untuk mengetahui jumlah panas yang digunakan untuk menaikkan suhu sebesar 1°C. Standarisasi benzoid acid dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Standarisasi Benzoid Acid

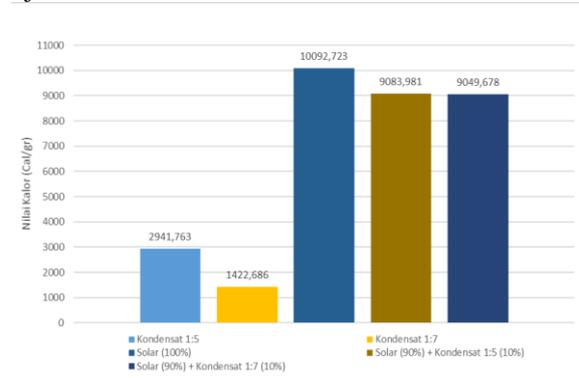
BA (Benzoid Acid)	Massa (gr)	Delta T (°C)		Standarisasi (cal/°C)	Rata-rata (cal/°C)
		T ₁	T ₂		
6318	1,01022	26,619	29,840	1941,659	1921,344
6318	1,00044	27,578	30,9	1901,030	

Pada tabel 1, rata-rata dari standarisasi benzoid acid adalah 1921,344 cal/°C dan hasil rata-rata standarisasi pada benzoid acid akan menjadi nilai standarisasi dari pengujian nilai kalor pada lima variasi sampel uji.

Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai Kalor

Sampel	Kondensat 1:5	Kondensat 1:7	Solar (100%)	Solar (90%) + Kondensat 1:5 (10%)	Solar (90%) + Kondensat 1:7 (10%)
Nilai standarisasi (cal/°C)	1921,344	1921,344	1921,344	1921,344	1921,344
Massa Sampel (gr)	BA (Benzoic Acid)	1,02959	1,01518	-	-
	Sampel Uji	2,09007	2,00685	2,00021	2,00426
T ₁	30,995	28,673	27,714	30,614	29,309
T ₂	34,195	30,159	38,221	40,090	38,730
delta T (°C)	3,2	1,486	10,507	9,476	9,421
m H ₂ O (gr H ₂ O)	2,0729	1,9954	2,33808	2,29311	2,24178
Panas laten H ₂ O (cal gr H ₂ O)	542,4	542,4	542,4	542,4	542,4
Energi H ₂ O (Cal)	1124,358	1082,311	1268,175	1243,783	1215,941
HHV (cal/gr)	2941,763	1422,686	10092,723	9083,981	9049,678
LHV (cal/gr)	1817,405	340,375	8824,548	7840,198	7833,737

Hasil data hasil pada tabel 2 diplot kedalam bentuk grafik batang untuk menggambarkan HHV dan LHV dari sampel uji.



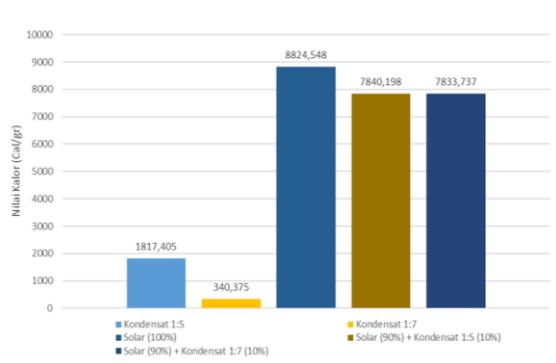
Gambar 2. Grafik HHV (High Heating Value)

Berdasarkan grafik pada gambar 2, menunjukkan bahwa nilai kalor pada solar murni (solar 100%) atau HHV dari solar murni sebesar 10092,723 cal/gr, pada kondensat 1:5 sebesar 2941,763 cal/gr, pada kondensat 1:7 1422,686 cal/gr. Dan dari tiga pengujian HHV tersebut menunjukkan perbedaan angka HHV yang signifikan.

Dilakukan juga percobaan dengan menambahkan kondensat terhadap solar, dimana dengan 90% solar murni dan 10% dari setiap kondensat. Dan didapatkan hasil HHV dari 90% solar murni dan 10% kondensat 1:5 sebesar 9083,981 cal/gr dengan selisih sebesar 1008,742 cal/gr dari HHV solar murni, dan pada 90% solar murni dan 10% kondensat 1:7 di dapat hasil HHV sebesar 9049,678 cal/gr dengan selisih sebesar 1043,045 cal/gr dari HHV solar murni.

Penelitian yang dilakukan oleh [3], tentang karakterisasi bahan bakar dari sampah plastik jenis HDPE dan LDPE melalui proses pirolisis dengan bahan baku 1 kg dalam waktu pirolisis selama 60 menit dan suhu pirolisis adalah 400°C, 420°C, 440°C, 460°C, 480°C. Hasil nilai kalor yang di dapatkan minyak HDPE sebesar 10.814,829 kcal/kg dan 10.674,728 kcal/kg untuk minyak LDPE.

Jika di bandingkan dengan data pada gambar 2 dapat dikatakan bahwa, cairan kondensat ini menunjukkan angka HHV yg kecil jika dibandingkan dengan hasil penelitian oleh [3], yang disebabkan temp. pemanasan yang kecil yaitu 200°C selama 30 menit, sehingga cairan kondensat hasil kondensasi dari pembuatan *paving block* ini belum bisa digunakan sebagai bahan bakar yg digunakan secara langsung tetapi masih bisa digunakan sebagai bahan baku bahan bakar.



Gambar 3. Grafik LHV (Low Heating Value)

Pada gambar 3 menunjukkan nilai LHV pada kondensat campuran 1:5 dan 1:7, solar murni (solar 100%), campuran solar (90%) dengan kondensat 1:5 (10%), serta campuran solar (90%) dengan kondensat 1:7 (10%).

Berdasarkan data pada gambar 3 menunjukkan LHV pada solar murni (solar 100%) sebesar 8824,548 cal/gr, pada kondensat 1:5 sebesar 1817,405 cal/gr, pada kondensat 1:7 sebesar 340,375 cal/gr. Dilakukan juga percobaan penambahan kondensat terhadap solar, dimana dengan perbandingan 90% solar murni dan 10% dari setiap kondensat. Dan didapatkan hasil sebesar 7840,198 cal/gr LHV dari perbandingan 90% solar murni dan 10% kondensat 1:5, pada perbandingan 90% solar murni dan 10% kondensat 1:7 sebesar 7833,737 cal/gr.

4.2. Hasil Pengujian Gas Hasil Pemanasan

Pada pengujian gas hasil pemanasan plastik dan pasir pada pembuatan *paving block* digunakan alat uji *gas analyzer tecnotest stargas 898*.



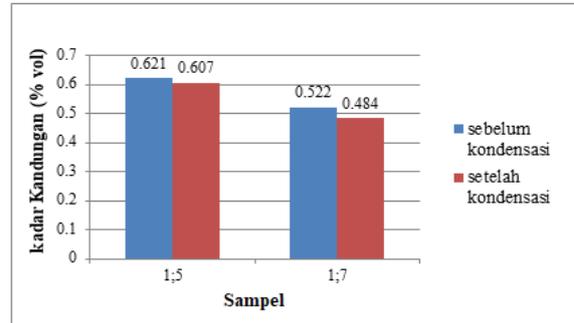
Gambar 4. Alat Uji Gas Analyzer

Beberapa parameter gas dapat diuji dengan menggunakan alat ini yaitu, CO, CO₂, dan HC. Berikut ini adalah hasil kandungan gas hasil pemanasan dari variasi campuran plastik dan pasir pada proses pembuatan *paving block* dapat di lihat pada tabel 3.

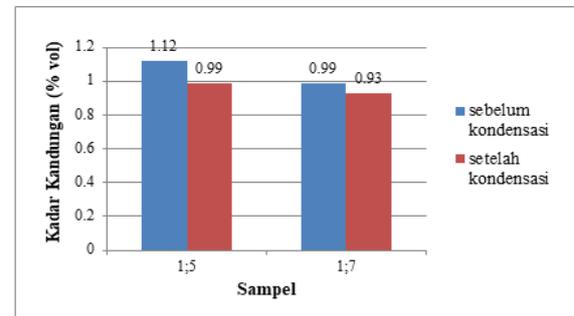
Tabel 3. Hasil Pengujian Gas Hasil Pemanasan

No	Campuran Plastik dan Pasir (kg)	Kandungan Sebelum Kondensasi			Kandungan Setelah Kondensasi		
		CO (% vol)	CO ₂ (% vol)	HC (ppm vol)	CO (% vol)	CO ₂ (% vol)	HC (ppm vol)
1	1:5	0,621	1,12	14823	0,607	0,99	14621
2	1:7	0,522	0,99	11235	0,484	0,93	10988

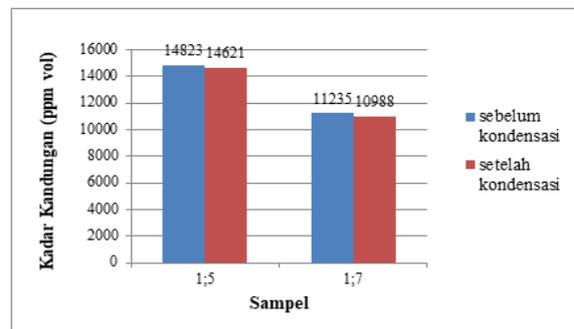
Hasil data pada tabel 3 diplotkan kedalam bentuk grafik batang sesuai dengan kadar kandungan CO, CO₂, dan HC dari proses pemanasan sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Kadar Kandungan CO



Gambar 6. Grafik Kadar Kandungan CO₂



Gambar 7. Grafik Kadar Kandungan HC

Data hasil pengujian menunjukkan bahwa kandungan sebelum kondensasi lebih besar dari pada setelah kondensasi yang disebabkan karena adanya perubahan fase fluida dari uap menjadi cairan yang terjadi didalam tabung kondensor. Selisih dari variasi campuran 1:5 dan 1:7 yaitu, CO sebesar 0,014 % vol, CO₂ sebesar 0,13 % vol, dan HC sebesar 3588 ppm vol. Dan selisih setelah kondensasi yaitu, CO sebesar 0,123 % vol, CO₂ sebesar 0,06 % vol, dan HC sebesar 3633 ppm vol.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukann pengujian nilai kalor dengan penambahan kondensat pada solar murni, dimana HHV awal pada solar murni (solar 100%) sebesar 10092,723 cal/gr dan LHV awal sebesar 8824,548

cal/gr. Penurunann terkecil terjadi pada campuran solar (90%) dengan kondensat 1:5 (10%) dngan selisih HHV sebesar 1008,742 cal/gr dan LHV sebesar 984,35 cal/gr. Jadii dapat dikatakan bahwa penambahan kndensat pada solar menurunkan nilai kalor dri solar murni.

2. Setelah dilakukan pengujian kandungan gas hasil pemanasan pada proses pembuatann *paving blockk* menunjukkan kandungan CO, CO₂, dan HC yang paling tinggi didapat pada saat gas hasil pemanasan sebelum masuk ke kondensor yaitu pada campuran 1:5. Dimana kadar kandungan yang dihasilkan CO sebesar 0,621 %vol, CO₂ sebesar 1,12 %vol, dan HC sebesar 14.823 ppm vol. Setelah gas hasil pemanasan terkondensasi terjadi penurunan sebesar CO sebesar 0,014 %vol, CO₂ sebesar 0,13 %vol, dan HC sebesar 202 ppmvol.

Daftar pustaka

- [1] Sarker, M., M. M. Rashid, M. S. Rahman, and M. Molla, 2012, *Fractional Distillation Process Utilized to Produce Light Fractional Fuel*, The Open Fuels & Energy Science Journal, Vol 5, pp.39-46.
- [2] Susila. I. M., Suardana. N. P. G., Kencanawati. C. I. P. K., Thanaya. I. N. A., & Adnyana. I. W. B., 2019, *The Effect of Composition of Plastic Waste Low Density Polyethylene (LDPE) with Sand to Pressure Strength and Density of Sand/LDPE Composite*, International Conference on Design, Energy, Materials and Manufacture, Vol. 539, No. 1, pp.1-7.
- [3] Kurniawan, Eddy, and Nasrun., 2014, *Karakterisasi Bahan Bakar Dari Sampah Plastik Jenis High Density Polyethelene (HDPE) Dan Low Density Polyethelene (LDPE)*, Jurnal Teknologi Kimia Unimal, Vol 3, No. 2, pp. 41-52.



I Gede Wahyu Dian Krisnanda menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana pada tahun 2015, dan menyelesaikannya pada tahun 2021.

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan konversi energi.