

Analisa Karakteristik Solar Dengan Kondensat Campuran Plastik Pasir Pembentuk *Paving Block* Melalui Uji Proximate dan *Ultimate*

I Wayan Sidhi Adnyana, Ngakan Putu Gede Suardana dan I Wayan Bandem Adnyana

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Bali mempunyai masalah yang belum terpecahkan yaitu sampah. Sampah yang sering ditemukan adalah jenis plastik kantong kresek. Plastik mempunyai keunggulan dibanding material yang lain diantaranya kuat, ringan, fleksibel, tahan karat, tidak mudah pecah, mudah diberi warna, mudah dibentuk, serta isolator panas dan listrik yang baik. Plastik terbuat dari minyak bumi, sehingga jika dipanaskan memungkinkan untuk menghasilkan BBM alternatif. Selain itu juga plastik dapat digunakan sebagai bahan pembuat paving block. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan kondensat hasil pembuatan paving block berbahan plastik jenis LDPE dengan pasir sungai (1:5 dan 1:7 massa) sebagai penguat pada suhu 200°C selama 30 menit pemanasan, serta pengaruhnya terhadap bahan bakar solar melalui uji proximate dan uji ultimate. Pada uji proximate kandungan moisture, fixed karbon, dan ash dari kondensat 1:5 lebih tinggi dari kondensat 1:7 sedangkan kandungan volatilenya lebih rendah. kondensat menyebabkan peningkatan jumlah moisture, fixed karbon, dan ash tetapi menyebabkan penurunan jumlah volatile pada solar. Pada uji ultimate kandungan karbon, nitrogen, oksigen, dan sulfur kondensat 1:5 lebih rendah dari kondensat 1:7 namun jumlah hidrogennya lebih tinggi. Kondensat 1:5 dan 1:7 menyebabkan perubahan yang bervariasi pada kandungan hidrogen, nitrogen, dan oksigen pada solar.

Kata kunci : plastik, BBM, proximate, ultimate

Abstract

There's an unresolved issue in Bali namely garbage. Trash that is often found is a type of plastic bag. Plastics have advantages over other materials, such as solid, lightweight, versatile, resistant to corrosion, not easily damaged, easy to paint, easy to mold, and good heat and electrical insulators. Plastics are made from petroleum, making it possible to produce alternative fuels when heated. Besides that, plastic can also be used as a material for making paving blocks. This research aims to determine the condensate content of the LDPE type plastic paving block with river sand (1:5 and 1:7 mass) as reinforcement at 200°C for 30 minutes of heating, and its effect on diesel fuel through proximate test and ultimate test. In the proximate test the moisture, fixed carbon, and ash content of 1: 5 condensate was higher than 1: 7 condensate, while the volatile content was lower. Condensate causes increase in the amount of moisture, fixed carbon, and ash but causes decrease in the amount of volatile diesel. In the ultimate test, carbon, nitrogen, oxygen, and sulfur content of 1: 5 condensate was lower than 1: 7 condensate but the amount of hydrogen was higher. The 1: 5 and 1: 7 condensates cause varying changes in the hydrogen, nitrogen and oxygen content of diesel fuel.

Keyword : plastic, Fuel, proximate, ultimate

1. Pendahuluan

Menjadi daerah yang mengalami kenaikan penduduk setiap tahunnya, Bali mempunyai masalah yang belum terpecahkan yaitu sampah. Seiring dengan kanikan penduduk dan wisatawan di Bali semakin lama sampah yang ada di Bali juga semakin meningkat, baik itu sampah organik maupun anorganik. Tiap tahun volume dari sampah yang tertimbun terus meningkat, ini disebabkan oleh tidak sebandingnya pengolahan sampah dengan sampah yang di hasilkan. Dari banyaknya sampah yang tertimbun di penampungan, sebagian besarnya adalah sampah anorganik, terutama jenis plastik, ini juga tidak terlepas dari kebiasaan masyarakat yang menggunakan kantong plastik hampir di setiap aktifitasnya sehingga diperlukan upaya untuk mengurangi penimbunan sampah ini. Berbeda dengan sampah organik yang akan terurai oleh tanah, sampah jenis anorganik terutama sampah plastik

sangat sulit untuk terurai sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan. Plastik yang sudah menjadi sampah akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai dengan cepat dan dapat menurunkan kesuburan tanah. Sampah plastik yang dibuang sembarangan juga dapat menyumbat saluran drainase, selokan dan sungai sehingga bisa menyebabkan banjir. Sampah plastik yang dibakar bisa mengeluarkan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan juga dapat menyebabkan penyakit pada saluran pernafasan dan kanker Surono[1].

Pengembangan penanganan sampah plastik yang banyak dilakukan saat ini adalah dengan mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (BBM). Penanganan ini memungkinkan untuk menyelesaikan dua permasalahan yang dihadapi yaitu penumpukan sampah plastik dan mendapatkan bahan bakar minyak (BBM) alternatif. Beberapa penelitian tentang pengolahan sampah plastik untuk

mendapatkan BBM telah dilakukan, salah satunya dilakukan oleh Untoro, 2013, melakukan penelitian berbagai metode konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Susila dkk, melakukan penelitian dengan mengolah kembali limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) tersebut dengan cara proses pencacahan, proses pencairan dan pencampuran limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) dengan penguatnya yaitu pasir jenis pasir sungai dengan ukuran butir pasir 2-3mm untuk pembuatan salah satu bahan baru yaitu *paving block*. Pengolahan sampah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) menjadi bahan campuran *paving* merupakan salah satu pengembangan dari ilmu pengetahuan yang memberikan manfaat positif untuk mengurangi masalah pada lingkungan Susila[2].

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 jenis pasir sungai dengan ukuran butir pasir 2-3mm dengan waktu operasi selama 30 menit pada suhu 200°C. Pengolahan sampah plastik berjenis LDPE dengan mengkondensasikan gas yang dihasilkan saat proses pembuatan *paving block* sangat efektif untuk mengurangi sampah plastik dan juga diharapkan bahwa hasil kondensasi yang didapatkan dapat menjadi salah satu sumber energi alternatif. Setelah mendapatkan hasil kondensasi kemudian akan diuji dengan pengujian proximate dan juga uji ultimate untuk mengetahui kandungannya dan juga akan di campurkan dengan solar untuk mengetahui pengaruh yang akan terjadi pada solar.

Dalam penelitian ini ada beberapa rumusan masalah yang akan di kaji :

1. Bagaimana kandungan kondensasi gas pada pembuatan *paving block* tersebut pada uji *proximate* dan *ultimate*?
2. Bagaimana pengaruh kondensasi gas hasil pemanasan tersebut terhadap bahan bakar solar pada uji *proximate* dan *ultimate*?

Adapun beberapa batasan masalah yang membatasi penelitian ini antara lain:

1. Pada penelitian ini penulis menggunakan sampah plastik jenis LDPE yang di dapatkan dari TPA Suwung Serangan.
2. Pasir yang digunakan adalah jesin pasir sungai.
3. Ukuran butiran pasir yang di gunakan adalah 2-3 mm.
4. Perbandingan campuran plastik dan pasir adalah (1:5, 1:7).
5. Suhu pemanasan pada tungku adalah 200°C.

2. Dasar Teori

2.1 Pemilihan Bahan dan Proses Pengolahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* terdiri dari dua bahan yaitu pasir dan plastik. Sebelum digunakan untuk membuat *paving block*,

pasir dan plastik diolah terlebih dahulu sehingga siap untuk digunakan.

1. Pengolahan Plastik

Plastik yang dipilih dalam pembuatan *paving block* adalah plastik yang berjenis LDPE, yaitu plastik yang menjadi bahan dasar pembuatan kantong kresek, selain itu jenis plastik LDPE memiliki titik transisi yang relatif rendah. Menurut Surono[3] titik transisi plastik jenis LDPE berada pada suhu 115 °C sehingga bisa diolah untuk menjadi bahan perekat dalam pembuatan *paving block* menggantikan semen. Sebelum digunakan menjadi bahan dasar perekat limbah kantong kresek di cuci bersih beberapa kali untuk membersihkan limbah kantong kresek dari zat – zat yang menempel kemudian dikeringkan. Setelah kering, kantong kresek yang telah bersih dicacah pada mesin pencacah agar menjadi potongan kecil sehingga mudah merekatkan pasir saat di panaskan bersamaan dengan pasir.

2. Pengolahan Pasir

Pasir yang digunakan sebagai bahan pembuatan *paving block* adalah pasir sungai, karena memiliki sifat yang relatif kuat dan harganya dipasaran cukup murah sehingga pasir sungai sangat cocok digunakan sebagai bahan baku pembuatan *paving block*. Pasir sungai yang akan digunakan dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel, setelah pasir bersih dari bahan lain, pasir kemudian diayak sehingga mendapatkan butiran pasir antara 2-3 mm. Setelah itu pasir dikeringkan lagi dengan oven untuk mengurangi sebanyak mungkin kandungan airnya. Setelah proses pengeringan dengan oven selama 24 jam, pasir siap digunakan untuk membuat *paving block*.

3. Waktu dan Temperatur Pencampuran

Waktu yang diberikan untuk mencampur plastik dan pasir adalah 30 menit pada suhu 200° C, pada kondisi ini plastik akan mulai meleleh namun tidak hangus terbakar dan memiliki waktu yang cukup untuk mengikat pasir sehingga pasir dan plastik akan bercampur dengan baik dan menghasilkan *paving block* yang bagus. Proses pencampuran tidak boleh terlalu singkat ataupun terlalu lama dan temperatur pada tungku pencampuran juga tidak boleh terlalu tinggi, karena plastik membutuhkan waktu untuk meleleh dan merekat pada pasir. Jika waktu pencampuran plastik pasir terlalu singkat, plastik tidak akan merekat dengan baik pada pasir sehingga *paving block* tidak akan menjadi kuat. Namun jika pencampuran dilakukan terlalu lama, plastik akan hangus dan kehilangan daya rekatnya, sehingga plastik tidak akan bisa mengikat pasir dan pencampuran tidak bisa dilakukan.

2.2 Uji Proximate

Pengujian proximate dilakukan terhadap sampel material untuk menentukan kandungan air (moisture), zat terbang (volatile matter), abu serta karbon tetap (fixed carbon).

2.3 Uji Ultimate

Pengujian ultimate merupakan pengujian untuk menentukan berbagai macam kandungan unsur – unsur kimia seperti karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur pada suatu material Ekayuliana[4].

3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan, diantaranya sebagai berikut:

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi limbah plastik berjenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan pasir sungai sebagai bahan dasar pembuatan paving block, serta solar yang akan dicampurkan dengan kondensat.

3.2 Alat Penelitian

1. Alat uji : Alat uji proximate menggunakan tipe 701 leco dan alat uji ultimate menggunakan tipe Leco 628.
2. Alat pemanas plastik dan pencampur dengan pasir yang digunakan untuk membuat paving block dan kondensor untuk mengkondensasi gas yang dihasilkan selama proses pemanasan.
3. Alat ukur : *Infrared thermometer*, timbangan digital
4. Alat bantu : mesin pencacah limbah plastik, ayakan pasir, botol, oven.

3.3 Langkah Penelitian

1. Pencacahan Plastik

Plastik yang akan digunakan untuk penelitian dicacah agar menjadi potongan kecil yang bertujuan memudahkan proses pengadukan agar plastik dapat bercampur dengan pasir secara merata pada saat proses pemanasan dilakukan.

2. Pengeringan Pasir

Pasir diayak dengan ukuran butiran 3 mm, setelah proses pengayakan selesai pasir kemudian dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan debu dan material lain yang menempel pada pasir, setelah dicuci hingga bersih, pasir kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pasir selama 24 jam untuk mengurangi kadar air di dalam pasir sebelum digunakan untuk pembentukan *paving block*.

3. Proses Pencampuran Plastik dan Pasir

Plastik yang sudah berukuran kecil kemudian dicampur dengan pasir dengan perbandingan plastik dan pasir 1:5 dan 1:7 kemudian dipanaskan dengan suhu 200° C sehingga plastik dapat meleleh dan merekat pada pasir. Proses pemanasan ini dilakukan selama 30 menit.

4. Mendapatkan Cairan Kondensat

Selama proses pemanasan dilakukan akan menimbulkan gas. Gas ini kemudian dialirkan ke kondensor untuk dilakukan kondensasi. selama proses kondensasi gas ini terjadi, air dialirkan di tabung kondensor sebagai media pendingin. Setelah beberapa saat pendinginan, gas yang didinginkan akan berubah menjadi cairan yang disebut kondensat, kondensat ini kemudian ditampung di dalam botol.

5. Campuran Solar dan Kondensat

Setelah didapatkan cairan kondensat, tahap selanjutnya adalah mencampurkan cairan kondensat tersebut dengan solar. Pencampuran dilakukan dengan menambahkan 90 % solar ke dalam masing – masing kondensat sehingga didapatkan dua macam pencampuran yaitu 90 % solar dengan 10% kandungan kondensat 1:5 dan 90% solar dengan 10% kandungan kondensat 1:7.

6. Persiapan Pengujian

Cairan kondensat dan juga campuran kondensat dan solar kemudian disiapkan untuk pengujian di laboratorium dengan dua proses pengujian yaitu pengujian *Proximate Analysis* dan uji *Ultimate Analysis*.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Uji Proximate

Pengujian proximate dilakukan terhadap sampel material untuk menentukan kandungan air (moisture), zat terbang (volatile matter), abu (ash) serta karbon tetap (fixed carbon).



Gambar 1. Alat uji Proximate

Setelah melakukan uji di laboratorium, data yang di dapatkan pada masing - masing unsur moisture, volatile, fixed karbon, dan ash diolah kedalam bentuk grafik untuk membantu membaca perbandingan jumlah kandungan unsurnya.

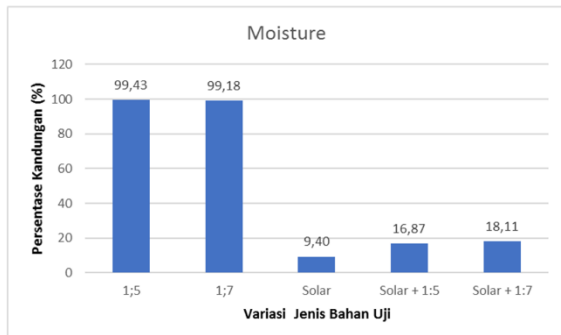
Tabel 1. Hasil Uji Proximate

Uji Proximate	Cairan Kondensat Plastik Dengan Pasir		Campuran Kondensat Dengan Solar		
	1 : 5	1 : 7	Solar	Solar + 10% 1:5	Solar + 10% 1:7
Moisture (%)	99,43	99,18	9,40	16,87	18,11
Volatile (%)	0,66	1,04	90,69	82,97	81,65
Fixed Karbon (%)	0,05	0,01	0,22	0,25	0,29
Ash (%)	-	-	-	-	-

1. Moisture

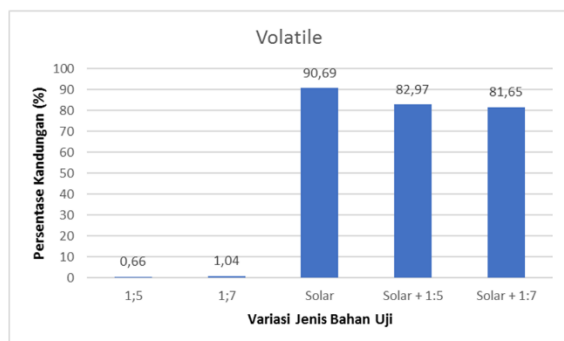
Variasi bahan uji kondensat 1:5 dan 1 :7 memiliki jumlah moisture yang sangat tinggi yaitu hingga 99 % dari berat yang diuji, ini menandakan bahwa kondensat yang didapatkan masih berupa air karena memiliki jumlah kandungan moisture yang tinggi, kandungan moisture didapatkan saat fase awal dilakukannya pengujian yaitu saat suhu pada alat naik hingga 100 °C dan menguapkan kandungan air didalam bahan uji tersebut. Pada pengujian bahan bakar solar, persentase moisturenya naik saat

ditambahkan dengan kondensat. Ini menandakan bahwa kondensat 1:5 dan kondensat 1:7 menyebabkan meningkatnya jumlah kandungan moisture yang terkandung pada solar, ini terjadi karena jumlah kandungan moisture pada kondensat yang tinggi menguap saat pengujian berlangsung sehingga persentase berat yang hilang saat pengujian moisture juga meningkat.



Gambar 2. Grafik Unsur Moisture

2. Volatile

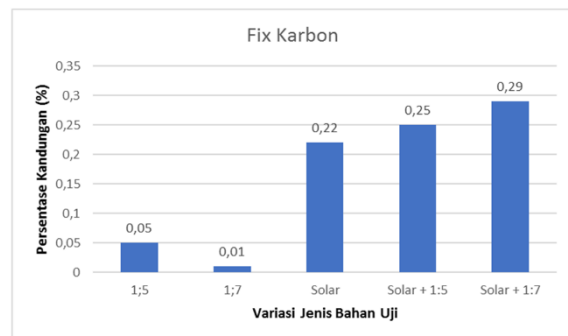


Gambar 3. Grafik Unsur Volatile

kondensat 1:5 dan 1:7 kandungan volatile sangat kecil yaitu dibawah 1.5% . Ini disebabkan karena sejumlah besar beratnya sudah menguap pada fase moisture yang menyisakan 1% kandungan yang kemudian bereaksi pada saat fase volatile ini. Namun pada variasi uji solar maupun solar dengan kondensat, jumlah volatilinya tinggi yang disebabkan karena bereaksinya bahan uji dengan suhu tinggi sehingga menyebabkan terjadinya pembakaran. Kondensat yang dicampurkan kedalam solar menyebabkan penurunan jumlah kandungan volatile pada solar hingga 9%.

3. Fixed Carbon

Fixed carbon yang terkandung pada kondensat maupun solar serta solar dengan campuran kondensat sangat kecil namun, pada solar yang telah dicampurkan dengan kondensat terlihat jumlah fixed karbonnya meningkat Ini disebabkan karena fixed karbon adalah unsur yang didapatkan setelah selesai melewati fase volatile, sehingga pada fase fixed karbon ini tersisa berat dari bahan uji yang tidak habis bereaksi pada fase volatile direaksikan kembali untuk mendapatkan jumlah karbon yang ada didalam bahan uji tersebut.



Gambar 4. Grafik Unsur Fixed Carbon

4. Ash

Ash adalah abu sisa pembakaran pada proses akhir sebelum proses pengujian Proximate selesai. Pada saat pengujian tidak didapatkan hasil ash karena bahan uji yang digunakan adalah cairan sehingga selama proses pengujian proximate ini berlangsung bahan uji habis bereaksi dan tidak meninggalkan sisa abu saat pengujian berakhir.

4.2 Uji Ultimate

Pengujian ultimate merupakan pengujian untuk menentukan berbagai macam kandungan unsur – unsur kimia seperti karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur.



Gambar 5. Alat Uji Ultimate

Uji ultimate meliputi uji kandungan karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, dan sulfur. Data yang didapatkan setelah dilakukan pengujian diolah kedalam bentuk grafik untuk membantu membaca perbandingan jumlah kandungan unsurnya.

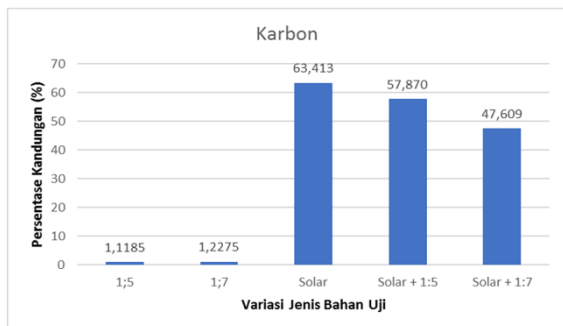
Tabel 2. Hasil Uji Ultimate

Uji Ultimate	Cairan Kondensat Plastik Dengan Pasir		Campuran Kondensat Dengan Solar		
	1 : 5	1 : 7	Solar	Solar + 10% 1:5	Solar + 10% 1:7
Karbon (%)	1,1185	1,2275	63,413	57,870	47,609
Hidrogen (%)	10,814	10,795	10,029	10,246	9,5661
Nitrogen (%)	-	-	-	-	-
Oksigen (%)	-	-	25,0668	20,5863	34,804
Sulfur (%)	-	-	0,3419	0,2190	0,1729

1. Karbon

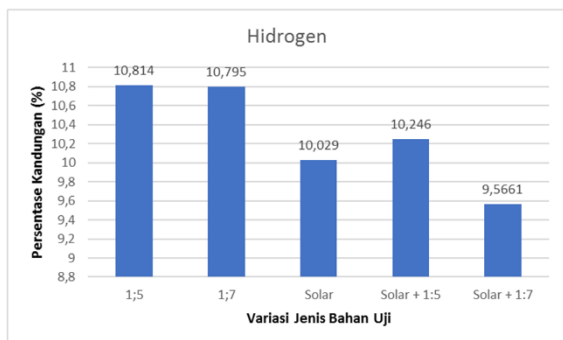
Unsur karbon adalah unsur yang berpengaruh dan penting untuk pada bahan bakar, karena unsur karbon adalah penentu apakah suatu material dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembakaran atau tidak. Semakin banyak unsur karbon didalam suatu material semakin baik material tersebut dapat terbakar. Dilihat dari data yang didapatkan pada saat pengujian, bahan bakar solar memiliki nilai karbon yang tinggi sedangkan kondensat memiliki nilai

karbon yang rendah namun tetap terdeteksi. Kemudian pada solar yang telah dicampurkan dengan kondensat, kandungan unsur karbonnya menurun. Ini berarti pada kondensat yang didapatkan belum memungkinkan untuk dijadikan sebagai bahan bakar, tetapi masih memungkinkan digunakan sebagai bahan baku bahan bakar karena kondensat memiliki unsur karbon yang menjadi salah satu unsur utama pembentuk bahan bakar.



Gambar 6. Grafik Unsur Karbon

2. Hidrogen



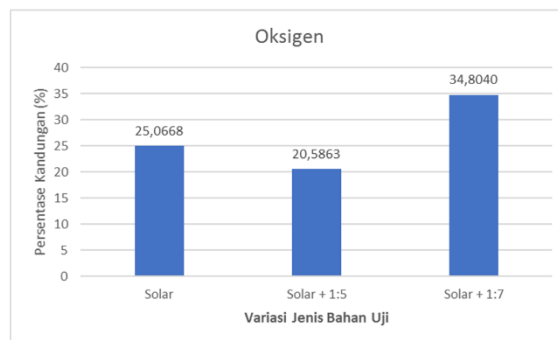
Gambar 7. Grafik Unsur Hidrogen

Jumlah unsur hidrogen pada kondensat 1:5 lebih tinggi dari pada kondensat 1:7, sedangkan pada campuran solar dengan kondensat, kondensat membuat perubahan yang bervariasi. Jumlah unsur hidrogen setiap bahan uji berkisar pada 9% hingga 10%. unsur hidrogen juga berpengaruh pada bahan bakar, karena suatu material dapat dikatakan menjadi bahan bakar bila memiliki paling tidak unsur C (karbon) dan H (hidrogen). Selama proses pembakaran, unsur hidrogen akan bereaksi dengan unsur oksigen dan akan menghasilkan H₂O. Unsur hidrogen digunakan sebagai parameter untuk menghitung nilai kalor dan juga *moisture content*.

3. Nitrogen

Pada pengujian kandungan unsur nitrogen, bahan uji kondensat maupun solar yang telah dicampur dengan kondensat tidak terdeteksi adanya unsur nitrogen. Hal ini dapat dikatakan baik karena pada saat proses pembakaran berlangsung, unsur nitrogen akan bereaksi dengan udara sekitar menjadi NO_x yang akan menjadi polutan untuk lingkungan. Tidak terdeteksinya unsur nitrogen menandakan bahwa bahan uji ramah lingkungan atau minim dengan polusi.

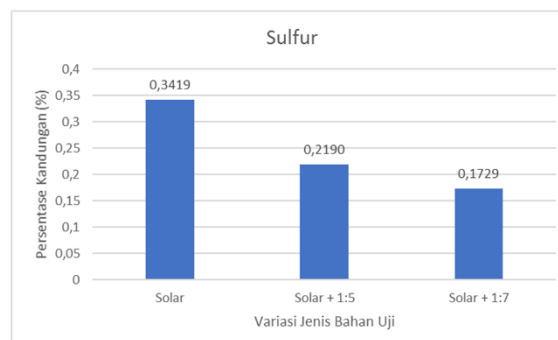
4. Oksigen



Gambar 8. Grafik Unsur Oksigen

Pada kondensat 1:5 dan 1:7 tidak terdeteksi adanya unsur oksigen yang terkandung, sedangkan pada solar unsur oksigennya terdeteksi hingga 25% dan solar yang telah dicampur dengan kondensat terdeteksi adanya kandungan oksigen yaitu berkisar 20% hingga 34%. Unsur oksigen pada bahan bakar mengindikasikan jumlah oksigen yang terkandung dalam bahan bakar tersebut, hal ini digunakan sebagai indikasi mudah atau tidaknya bahan bakar dinyalakan karena semakin tinggi kandungan oksigen pada suatu bahan bakar maka bahan bakar tidak memerlukan banyak tambahan oksigen untuk proses pembakaran.

5. Sulfur



Gambar 9. Grafik Unsur Sulfur

Pada kondensat 1:5 dan 1:7 tidak terdeteksi adanya kandungan unsur sulfur sedangkan pada solar unsur sulfurnya terdeteksi 0,3419% dan solar yang telah dicampur dengan kondensat terdeteksi adanya kandungan sulfur yaitu sebesar 0,2190% dan 0,1729%. Ini menandakan bahwa campuran kondensat kedalam solar menyebabkan penurunan jumlah kandungan sulfur pada solar, sama halnya dengan nitrogen, sulfur juga merupakan polutan yang ditimbulkan selama proses pembakaran berlangsung, dan akan menjadi SO_x saat bereaksi dengan udara sekitar. Penurunan yang dihasilkan oleh kondensat terhadap jumlah sulfur pada solar bisa menjadi indikasi kondensat yang didapatkan dapat digunakan sebagai bahan dasar atau bahan pencampur untuk mendapatkan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan dan mengurangi polusi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan data dan analisa penelitian uji Proxymate dan Ultimate dengan lima variasi bahan uji. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Pada uji proximate kandungan moisture dan fixed karbon dari kondensat 1:5 lebih tinggi dari kondensat 1:7 sedangkan kandungan volatilenya lebih rendah dan tidak terdeteksi adanya kandungan ash. sedangkan Pada uji ultimate kandungan karbon kondensat 1:5 lebih rendah dari kondensat 1:7 namun jumlah hidrogennya lebih tinggi pada pengujian tidak terdeteksi adanya kandungan nitrogen, oksigen, dan juga sulfur pada kondensat.
2. Pada uji proximate kondensat menyebabkan peningkatan jumlah moisture dan fixed karbon tetapi menyebabkan penurunan jumlah volatile pada solar. Sedangkan pada uji ultimate Kondensat 1:5 dan 1:7 menyebabkan penurunan jumlah kandungan pada karbon dan sulfur serta menyebabkan perubahan yang bervariasi pada kandungan hidrogen dan oksigen pada solar.

Daftar Pustaka

- [1] Surono, Untoro Budi, and Ismanto, 2016, *Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya*, J. Mek. Sist. Termal, vol.1, no. 1, pp 32-37.
- [2] Susila, I Made, Ngakan Putu Gede Suardana, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, I Nyoman Arya Thanaya, and I Wayan Bandem Adnyana, 2019, *The Effect Of Composition Of Plastic Waste Low Density Polyethylene (LDPE) With Sand To Pressure Strength And Density Of Sand/LDPE Composites*, International Conference on Design, Energy, Materials and Manufacture, pp. 1-7.
- [3] Surono, Untoro Budi, 2013, *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*, Jurnal Teknik vol.3, no. 1, pp. 32-40.
- [4] Ekayuliana, Arifia, dan Noor Hidayati, 2020, *Analisis Nilai Kalor dan Nilai Ultimate Briket Sampah Organik Dengan Bubur Kertas*, Jurnal Mekanik Terapan, Vol. 01, no 02, pp.107-115.



I Wayan Sidhi Adnyana menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada tahun 2021, pada program studi teknik mesin. Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan konversi energi.