



## Fuel Analysis HSD Diesel and Bio Diesel Related Engine Performance Reach Staker Kalmar in PT Meratusline

### Fuel Analysis HSD Diesel and Bio Diesel Related Engine Performance Reach Staker Kalmar in PT Meratusline

Ponidi<sup>\*</sup>, Ibnu Salam

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Indonesia

<sup>\*</sup>Email Penulis Korespondensi: [ponidi@ft.um-surabaya.co.id](mailto:ponidi@ft.um-surabaya.co.id)

**Abstrak.** Mesin diesel modern membutuhkan bahan bakar sulfur rendah. Jadi kami mengadakan beberapa tes laboratorium eksternal pengambilan sampel solar di beberapa vendor diesel untuk mengetahui kandungan sulfurnya. Sehingga diperoleh vendor diesel yang mendekati standart. Kandungan sulfur Dirjen Migas (0,25% b / b) adalah HSD AKR 0,153% b / b dan Biosolar dari ENEOS adalah 0,0343% b / b. Pemilihan dua jenis bahan bakar didasarkan pada kebutuhan bahan bakar oleh pabrikan mesin (OEM) dan kandungan sulfur paling efisien. Efek samping dari kelebihan kandungan sulfur telah mengakibatkan penyumbatan injeksi pompa bahan bakarnya. Sehingga pasokan bahan bakar ke ruang bakar terganggu tingkat sulfur terlalu tinggi juga menyebabkan emisi berbahaya dan menurunkan kinerja mesin. Untuk mengetahui kinerja mesin dengan kinerja mesin uji Dyno / Dinamometer, ini adalah sebagai bahan perbandingan mana bahan bakar paling efisien yang harus dipilih, untuk mendapatkan kinerja mesin terbaik, dengan tiga kriteria yang diambil seperti Torsi, Power engine, dan Konsumsi Bahan Bakar. Sehingga diperoleh Torsi Output yang dihasilkan oleh HSD dengan hasil Torque Reading 810 lb.ft @ 1990 Rpm, hasil Power 302 HP, dan konsumsi bahan bakar spesifik 0,02 (kg / PS.jam) jika dibandingkan dengan output Torsi bio diesel sebesar 750 lb.ft @ 1960 rpm, Daya 283 HP dan Konsumsi bahan bakar spesifik 0,01 (kg / PS.jam). Dari data diesel dapat diambil keputusan yang harus diambil sesuai dengan tingkat efisiensi bahan bakar dan performa mesin HSD adalah vendor solar AKR dengan tingkat efisiensi output daya 6,29%, torsi 7,40% dan konsumsi bahan bakar spesifik 50%.

**Keywords-** Bahan Bakar; sulfur; Performa Mesin Diesel.

**Abstract.** Modern diesel engines require low sulfur fuel. So we held some external lab test of solar sampling at some diesel vendor to know its sulfur content. so that obtained by diesel vendor approaching standart. The sulfur content of Dirjen Migas (0.25% w / w) is HSD of AKR of 0.153% w / w and Biosolar from ENEOS is 0.0343% w / w. The selection of two types of fuel is based on the needs of fuel by engine manufacturers (OEM) and the most efficient sulfur content. Side effects of excess sulfur content have resulted in the clogging of its fuel pump injection. So that the fuel supply to the combustion chamber is disrupted too high sulfur levels also cause dangerous emissions and decreases its performance engine. To know the performance of the machine by Dyno / Dinamometer test machine performance, this is as a comparison material where the most efficient fuel that must be selected, to get the best engine performance, by three criteria taken such as Torque, Power engine, and Fuel Consumption. So obtained Torque Output generated by HSD with Torque Reading result 810 lb.ft@1990 Rpm, Power result 302 HP, and specific fuel consumption 0.02 (kg / PS.jam) if compared with Bio diesel Torque output of 750 lb.ft @ 1960 rpm, Power of 283 HP and Specific fuel consumption 0.01 (kg / PS.jam). From the data can be taken diesel decision that must be taken according to the level of fuel efficiency and engine performance is HSD solar AKR vendors with the level of efficiency of power output 6.29%, torque 7.40% and specific fuel consumption 50%.

**Keywords-** Fuel; sulfur; Diesel Engine Performance

How to cite: Ponidi, Salam Ibnu (2019) Fuel Analysis HSD Diesel and Bio Diesel Related Engine Performance Reach Staker Kalmar in PT Meratusline. R.E.M (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal 4 (1). doi: 10.21070/r.e.m.v4i1.1537

## PENDAHULUAN

Dalam dunia otomotif di Indonesia, khususnya di bidang alat berat menjadi suatu kebutuhan penting di bidang transportasi. Pemilihan bahan bakar sangat menentukan Performance alat berat tersebut. Sebagian besar bahan bakar transportasi berbentuk cairan, sebab berbagai kendaraan biasanya membutuhkan kepadatan energi yang tinggi. Kendaraan biasanya membutuhkan kepadatan kekuatan yang tinggi yang bisa disediakan oleh mesin pembakaran dalam. Mesin ini membutuhkan bahan bakar pembakaran yang bersih untuk menjaga kebersihan mesin dan meminimalisir polusi udara [1, 2]. Bahan bakar berbentuk cairan dan gas merupakan bahan bakar yang lebih mudah dibakar dengan bersih. Dengan begitu bahan bakar cair (serta bahan bakar gas yang bisa disimpan dalam bentuk cair) memenuhi persyaratan pembakaran yang portable dan bersih [3, 4]. Selain itu bahan bakar cair dan gas dapat dipompa, yang berarti mudah dialirkan dan tidak memerlukan banyak tenaga.

Bahanbakar yang dipakai di alat berat secara umum adalah bahan bakar Solar yang digunakan untuk mesin diesel. Jenis yang paling umum adalah minyak bahan bakar yang berasal dari hasil distilasi fraksi minyak bumi, namun ada juga produk selain dari turunan minyak bumi seperti biodiesel, diesel biomassa menjadi cairan atau diesel gas menjadi cairan. Untuk membedakan jenis-jenis diesel, bahan bakar dari minyak bumi umumnya disebut petrodiesel. Diesel dengan sulfur ultra-rendah (ULSD) adalah standar untuk mendefinisikan bahan bakar diesel dengan kandungan sulfur yang telah direndahkan [5].

Untuk penggunaan yang luas termasuk industrialisasi di Indonesia, minyak bumi diolah menjadi berbagai jenis bahan bakar minyak atau BBM, yang merupakan salah satu jenis bahan bakar hasil olahan minyak bumi yang berbentuk cairan.

Ada beberapa jenis BBM yang dikenal di Indonesia, di antaranya adalah: Minyak tanah rumah tangga, Minyak tanah industry, Premium, Peralite, Pertamina, Pertamina plus, Pertamina turbo, Solar, Bio solar, Pertamina Dex, Solar industry, Minyak diesel, Minyak bakar

Jika dikaitkan dengan pengkonsumsian bahan bakar di alat berat maka hal ini akan sangat dirasakan terutama di bidang Port Heavy Equipment yang berperan penting pada peningkatan produksi di bidang transportasi di pelabuhan. Kita menyadari akan pentingnya bahan bakar yang di pakai dalam setiap alat berat sehingga menjadi peran penting untuk memaksimalkan peran tersebut sehingga tujuan akan tercapainya itu performance alat berat menjadi bagus dan optimal. Karena dengan fuel yang bagus, maka Performance juga bagus dan optimal. Dengan ini maka pemakaian Fuel harus di sesuaikan dengan standart yang telah di tetapkan oleh OEM (Pabrikan).

Dalam mengelola alat berat untuk mencapai kehandalan yang tinggi, maka dalam hal ini semua equipment yang ada dan berada dalam tanggung jawab perusahaan sangat perlu untuk mengonsumsi fuel yang sesuai den-

gan standard yang ditetapkan oleh OEM (pabrikan) [6]. Karena dengan fuel yang bagus, maka performance alat akan bagus & optimal. Dari data analisa dapat di tentukan jenis solar mana yang harus di pakai berdasarkan analisa fuel dan produktifitas, Selain itu kerusakan premature yang ada di fuel system akan bisa diminimalkan bahkan dihilangkan. Berikut ini adalah penjelasan lebih lanjut mengapa equipment perlu mengonsumsi fuel yang memenuhi standard mutu yang ditetapkan.

Sebagian besar minyak bumi digunakan untuk memproduksi bensin dan solar, keduanya merupakan sumber energi primer yaitu sebesar 84% dari volume hidrokarbon yang terkandung dalam minyak bumi. Minyak bumi diubah menjadi bahan bakar, yang di dalamnya termasuk dengan bensin, diesel, bahan bakar jet, dan elpiji. Minyak dengan kualitas terbaik dihasilkan dari minyak bumi yang tingkatannya lebih ringan. Akan tetapi karena cadangan minyak ringan dan menengah semakin semakin berkurang, maka pemrosesan minyak berat dan bitumen semakin ditingkatkan pada tempat-tempat pengolahan minyak sekarang ini dan produksi minyak mengikuti perkembangan metode yang makin kompleks dan mahal. Proses yang biasanya dipakai adalah mengurangi karbon atau menambahkan hidrogen ke dalam molekul minyak bumi dengan tingkatan yang berat, karena minyak bumi yang tingkatannya berat mengandung karbon terlalu banyak dan hidrogen terlalu sedikit. Proses fluid catalytic cracking digunakan untuk mengubah molekul yang panjang dan kompleks menjadi molekul yang lebih kecil dan sederhana.

Sejak pertengahan tahun 1950-an, minyak bumi telah menjadi sumber energi paling utama di dunia karena mempunyai kepadatan energi yang tinggi, pengangkutan yang mudah, dan cadangan yang banyak. Banyak produk-produk kimia, farmasi, pelarut, pupuk, pestisida, dan plastic bahan mentahnya berasal dari minyak bumi. Dan sisa 16% minyak bumi lainnya yang tidak digunakan untuk produksi energi diubah menjadi material lainnya.

Agar tetap bisa menjaga kesehatan mesin, terdapat banyak aspek yang mempengaruhi. Perhatian utama bisa difokuskan pada pengaruh faktor eksternal. Faktor eksternal di sini maksudnya adalah asupan bahan bakar minyak (BBM) alias solar yang digunakan. Solar, sebagai bahan bakar diesel, memiliki kandungan sulfur atau yang lebih sering disebut belerang.

Belerang dapat dipastikan ada di tiap berbagai jenis solar, hanya saja kadarnya berbeda. Dalam dunia perminyakan, kadar cetane menunjukkan kualitas solar. Tolak ukur level bakar solar di dalam mesin diesel dapat dilihat dari nilai cetane. Makin besar tingkatannya makin baik kualitas pembakarannya. Semakin tinggi sulfur dalam kandungan solar akan memancing kadar asam berlebih, sehingga sulfur menjadi 'musuh' utama dari mesin diesel. Kadar asam berlebih ini dapat berakibat kerusakan pada komponen mesin, mulai dari kerak pada mesin hingga saluran bahan bakar. Kinerja mesin akan

terganggu karena kerak di saluran bahan bakar dapat menghambat suplai solar yang dialirkan ke dalam silinder, efek langsungnya mulai dari penurunan tenaga sampai kerusakan lebih serius. Selain itu kerak dapat memicu pembakaran dini atau 'knocking' yang bisa mengakibatkan mesin mengelitik [7].

Tingkat sulfur yang tinggi pada solar tidak hanya menimbulkan efek pada kerusakan kendaraan saja. Gas sisa pembakaran dari mesin yang mengandung sulfur bila bercampur udara akan membentuk sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>). Ketika SO<sub>2</sub> tercampur dengan uap air akan terjadi susunan asam yang membahayakan bagi tubuh [5].

Selain itu sulfur dapat menyebabkan tersumbatnya injector sehingga untuk mesin diesel modern memerlukan bahan bakar rendah sulfur. Supply bahan bakar ke ruang bakar akan terganggu bila injector tersumbat sehingga menyebabkan turunnya tenaga mesin.

Terlalu tinggi nya kadar sulfur selain menimbulkan emisi yg berbahaya, juga bisa menyebabkan penyumbatan pada fuel system. Hal ini bisa di hindari apabila unit kendaraan memakai jenis fuel yang sesuai dengan standart pemakaian fuel tipe Engine dari produsen kendaraan. Setelah dilakukan penggantian jenis solar maka untuk mengetahui performa mesin perlu di ketahui yaitu dengan di lakukan pengujian Performa mesin Dyno / Dinamometer Test, sehingga dapat di ketahui Performa dan kinerja mesin, hal ini terkait dengan 3 kriteria penting yang sangat berpengaruh pada konsumsi bahan bakar yang baik yaitu Torsi (N.m), Daya mesin (PS), dan Fuel Consumption (kg/Jam).

#### Torsi

Torsi di hasilkan ketika piston bergerak dari TMA (titik mati atas) menuju ke TMB (titik mati bawah) sehingga dapat menggerakkan Poros Engkol (Crank shaft) Pengukuran menggunakan Dinamomete/Dyno.

Secara Teori di ukur dengan Rumus berikut [6] :

$$T = F \times r$$

Keterangan :

T = Torsi (kg.m/N.m)

F = Gaya yang bekerja pada torak (kg)

r = Panjang lengan poros (m)

#### Daya Output

Daya adala besarnya energi motor per satuan waktu,

$$Ne = T.n/716.2$$

Keterangan :

Ne = Daya poros (PS)

T = Torsi (N.m)

n = Putaran Poros engkol (rpm)

#### Spesific Fuel Consumption

Konsumsi dalam bahan bakar di dalam perbandingan menjadi ukuran bagaimana efisiensi sebuah mesin dalam mengubah bahan bakar menjadi kerja. Konsumsi bahan bakar dapat di ukur dengan rumus berikut [7] ,

$$SFCE = Fc/Ne \text{ (kg/PS.jam)}$$

Keterangan =

SFCE = spesifik konsumsi bahan bakar (kg/PS.jam)

Fc = Fuel Consumption

Ne = Daya output

## METODE

Dalam upaya mengurangi emisi, Uni Eropa (European Union – EU) menempuh cara dengan menggunakan teknologi transportasi yang lebih ramah lingkungan. Di awal 1990 EU mengeluarkan peraturan yang mewajibkan penggunaan katalis untuk mobil bensin, sering disebut tandar Euro 1. Ini bertujuan untuk memperkecil kadar bahan pencemar yang dihasilkan kendaraan bermotor. Lalu secara bertahap EU memperketat peraturan menjadi standar Euro 2 (1996), Euro 3 (2000), Euro 4 (2005), Euro 5 (2009), dan Euro 6 (2014) Sebelum membahas analisis, maka harus di kumpulkan data spesifikasi Engine pada masing – masing unit alat berat. Data yang di gunakan sebagai landasan adalah data valid yg di ambil dari masing – masing OEM (pabrik) alat berat tersebut yang sudah sesuai dengan standart Internasional Tabel 1 dibawah ini merupakan sumber data yang akan digunakan untuk diolah di pengolahan data.

[Table 1 about here.]

Pembuat kebijakan harus mengetahui hubungan erat antara dua hal penting yang berkaitan untuk menetapkan standart emisi kendaraan di suatu negara. Dua hal penting itu adalah standart emisi kendaraan berdasarkan teknologi mesin kendaraan dan kualitas BBM yang sesuai yang sudah atau harus tersedia.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 141/2003 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru sejak 2007, saat ini Indonesia masih menggunakan Euro2. Meskipun masih banyak kendaraan pribadi atau umum yang masih menggunakan standart emisi Euro 1.

Non road Diesel Fuel, pada Tier 1-3 stage, konten sulfur pada Nonroad diesel fuel belum di batasi oleh Peraturan lingkungan. Spesifikasi Oli industry 0.5% (wt, max), dengan rata – rata menggunakan level sulfur sekitar 0.3 % = 3.000 ppm. Agar yang dapat mengontrol sulfur-sensitive pada Engine Tier 4, maka di dibutuhkan teknologi sebagaimana catalytic particulate filter dan NO<sub>x</sub> Absorber – EPA melakukan pengurangan konten sulfur pada Nonroad diesel Fuel, berikut :

- 500 ppm Efektifkan pada juni 2007 untuk Nonroad, locomotif, dan marine diesel Fuel

- 15 ppm (ultra low diesel) effective pada juni 2010 untuk Nonroad fuel, dan pada juni 2012 ntuk locomotive dan marine fuel

- Note: sesuai EPA, untuk memenuhi syarat spesifikasi Tier, Engine yang memenuhi standart tersebut harus menggunakan fuel yang kadar sulfur nya <0.2 % (2000 ppm) dan per Juni 2007 turun menjadi 500 ppm (0.05%)

Dalam menganalisa, Penulis melakukan analisis fuel dari jenis Unit alat berat yang menjadi bahan penelitian. Setelah mengetahui hasil lpengujian dari solar maka

akan di dapat jenis solar dan Vendor mana yang harus di pilih sebagai supplier tetap dari perusahaan, karena hal ini akan tetap menjadi acuan agar kedepannya tidak terjadi lagi masalah pada fuel system hingga mengakibatkan kerusakan dan bahkan Break down alat. Pengujian di lakukan pada beberapa produk solar yang di beli di beberapa supplier /Vendor yang telah mensupply solar untuk di konsumsi oleh unit alat berat. Pengujian dilakukan dengan sebuah Bottle sampling for Fuel, dapat di pastikan Higienitas dari Botol terjamin untuk menampung bahan sampling untuk di bawa ke Perusahaan yang menyediakan jasa Lab. Kita menggunakan jasa Lab Trakindo. Untuk mendapatkan hasil yang independent maka uji Lab harus dilakukan oleh pihak Eksternal, hal ini untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Dari hasil pengolahan data, maka hasil tersebut dilakukan analisis berdasarkan hasil dari pengolahan data pemahaman yang mengacu pada teori yang digunakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian data sampling dilakukan dengan prosedur standart yang sudah di buat oleh perusahaan, yaitu

1. Botol sampling solar harus higienis dan di ambil ke vendor resmi penyedia botol khusus uji sample (PT.XXX)
2. Pengambilan solar di lakukan sebelum pengisian solar ketangki solar di depo.
3. Memastikan bahwa tangki solar dalam keadaan bersih dan sisa – sisa air yang terkandung sudah di buang dari tangki.

Dari hasil analisa pengujian lab yang telah di lakukan pihak Lab Eksternal, maka hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1 .

[Figure 1 about here.]

Dari Hasil pengujian sampling solar dari beberapa vendor, yang paling mendekati adalah Solar HSD vendor AKR sebesar 0.153% dan Biosolar vendor ENEOS 0.0343%.

### Uji dan analisa Dyno Test

Dynamometer atau dyno merupakan alat ukur untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan oleh mesin alat berat atau mobil. Hasil pengukuran yang dihasilkan berupa torsi per rpm. Kemudian dapat pula menghasilkan output power per rpm, kecepatan maksimum (km/jam), waktu tempuh (detik), akselerasi (m/detik<sup>2</sup>), hingga jarak (meter).

### Running dyno test

Prosedur dalam melakukan running dyno test adalah meletakkan kendaraan (alat berat) pada dynamo meter chassis. Pemanasan run dilakukan seperti di jalan sesungguhnya dengan mengganti gear kecepatan. Setelah mesin mencapai suhu ideal, agar dapat mengetahui power sekaligus kecepatan maksimum posisikan gigi pada top gear (gigi tertinggi). Run record dilakukan pada rpm terendah sampai rpm tertinggi yang dapat dicapai dengan cara

membuka gas penuh. Setelah dicapai rpm maksimum, tutup gas dan turunkan gigi secara bertahap hingga posisi netral. Grafik dapat dilihat pada monitor saat itu juga dan dapat diolah dan dicetak. Running dyno test dapat dilakukan tidak hanya pada posisi top gear, tetapi dapat dilakukan pada setiap gigi selain netral.

Untuk mendapatkan hasil data dengan ketepatan yang tinggi, running dilakukan secara berulang tanpa jeda (Tanpa engine off) sebanyak 3 kali run hingga 5 kali run, selanjutnya diambil rata-rata hasil pengukuran.

Naik turunnya grafik hasil Dyno test dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain:

- Ketepatan waktu
- Kecukupan suplai campuran bahan bakar (AFR) di setiap rpm
- Kelancaran aliran fluida kerja dari intake hingga exhaust sampai ujung muffler/knalpot.
- Kesesuaian siklus chamshaft
- Suhu mesin ( yang dipengaruhi oleh clearance system didalam mesin dan kekentalan pelumas)
- Kapasitas mesin yang digunakan
- Jenis bahan bakar yang digunakan
- Perbandingan kompresi baik secara dinamis maupun statis
- Berat crankshaft/inersia crankshaft
- Gearbox ratio
- Kondisi lingkungan, seperti: suhu udara, kelembaban udara, dan kandungan oksigen.

Lampiran berikutnya (Gambar 2) adalah hasil pengujian Dyno test yang sudah di lakukan pada vendor PT. ALTRAK 1978.

[Figure 2 about here.]

### Torsi

Hasil dari Test dyno Torque Reading adalah 750 (lb.ft) seperti pada Gambar 3 . Jika di dibandingkan dengan standart Performa Engine dari Produsen berikut, menghasilkan Torsi yang bagus (sesuai standart performa Engine).

[Figure 3 about here.]

### Daya

Hasil dari dyno Test adalah pada HP Reading adalah 283 Hp @ load 100% seperti ditunjukkan pada Gambar 4 . Jika dibandingkan dengan standart, performa engine dari produsen, pengujian menghasilkan tenaga yang masih sesuai dengan performa engine, meskipun masih di bawah standart.

[Figure 4 about here.]



### Fuel Analisis dan unjuk kerja

Berikut adalah data yang kami ambil dari system perusahaan yang sudah berizin dari perusahaan, terkait data konsumsi solar selama pemakaian tipe HSD dan Bio Solar yang disupply oleh Vendor AKR, data ini berfungsi untuk menganalisa baik dari iqty solar yang di konsumsi L/hm, L/hr, dan konsumsi solar L/box. Sebagai dasar bahwa solar yang dipakai unit alat berat sangat efektif dan efisien.

#### Fuel Rate (L/hr)

Dari Gambar 5 menunjukkan, pada solar HSD laju konsumsi solar pada saat idle adalah 4.54 L/hr sedangkan laju konsumsi solar pada saat full unit kerja adalah 24.3 L/hr. sedangkan pada solar jenis Bio Solar laju konsumsi solar pada saat idle adalah 3.52 L/hr sedangkan laju konsumsi solar pada saat full unit bekerja adalah 27.08 L/hr.

[Figure 5 about here.]

Dari Gambar 6 didapat laju konsumsi solar HSD lebih tinggi dari pada Bio solar dengan rata – rata 0.85 Lt/Box, dan jika di hubungkan dengan konsumsi solar dalam rupiah didapat tipe HSD lebih tinggi dari pada bio solar dengan nilai Rp 27,310,709.61/bulan untuk HSD sedangkan Rp 20,806,145,61/bulan untuk biosolar.

[Figure 6 about here.]

Dari segi produktifitas kerja didapat solar HSD rata – rata 19.55 box/hm dengan rata – rata 164.32 box/day sehingga lebih tinggi dari pada biosolar 19.55 box/hm sehingga menghasilkan kerja 63.53 Box/day, seperti ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8 .

[Figure 7 about here.]

[Figure 8 about here.]

#### Specific Fuel Consumption

Berikut adalah hasil perhitungan SFCe untuk tipe solar HSD (Gambar 9),

[Figure 9 about here.]

Dan perhitungan SFCe untuk tipe solar Biosolar (Gambar 10 ),

[Figure 10 about here.]

### KESIMPULAN

Dari beberapa uji sampling Solar dari beberapa Vendor, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

a. Dalam menentukan jenis Solar yang harus di pakai dari Engine Tipe Cummins QSM 11 untuk unit Kalmar DRT 450 yang sesuai standart EPA (Environmental Protection Agency) Tier 3 EU stage IIIA 3000 ppm = 0.3

%. Dari dua kreteria tersebut dapat di tentukan jenis solar yang sesuai adalah solar 48 yang sesuai standart Ditjen Migas dengan Kadar sulfur max 0.35 %. Hal ini di lakukan untuk mencegah efek buruk yang terjadi jika Kadar sulfur melebihi kadar maksimum dari engine.Maka di dapat supply solar HSD dari vendor AKR (Kadar Sulfur 0.153 %) dan solar jenis Bio Solar dari vendor Eneos (Kadar 0.0345 %)

b. Setelah melakukan uji test dyno/dynamometer dan penarikan data Engine menggunakan Tool Cummins Insite Lite 8.0.0.402 di dapat hasil pengujian sebagai berikut:

1. Output Torsi terbesar dihasilkan oleh solar HSD dengan Torque Reading sebesar 810 @ 1990 Rpm di banding dengan output Bio Solar sebesar 750 @ 1960 rpm

2. Output daya terbesar dihasilkan oleh solar HSD dengan nilai 302 HP @ 1960 rpm dibanding Bio solar 288 Hp @ 1980 rpm

3. Fuel Consumption Lt/Hm pada solar jenis HSD lebih rendah dengan nilai 3.52 L/Hr dan 0.85Lt/ Box dari pada solar jenis Bio Solar dengan nilai 4.54 L/Hr dan 0.82 Lt/Box (lihat table Lt/Hr, Lt/day, dan Lt/Box)

4. Berdasarkan Produktifitas solar tipe HSD lebih tinggi (rata – rata 19.55 Box/Hm, dari pada tipe Biosolar rata – rata 17.69 Box/Hm (lihat Tabel Box/Hm, Box/day, dan box/)

5. Berdasarkan konsumsi solar dalam nilai Rp, HSD mempunyai total konsumsi yang lebih tinggi Rp27,310,709.61 di banding Nilai total solar tipe bio solar Rata – rata Rp 20,806,145.61

Jika di dibandingkan dengan standart performa Engine tipe Cummins QSM11, maka dapat di ambil kesimpulan bahwa solar yang harus di ambil menurut tingkat efisiensi bahan bakar dan performance mesin adalah HSD solar vendor AKR dengan tingkat efisiensi output daya 6.29% , Torsi 7.40% dan specific fuel consumption 50%

c. Kadar Sulfur sangat berpengaruh pada Output Daya,Torsi, dan Konsumsi fuel sehingga jika tidak mengkonsumsi solar sesuai dengan kreteria Engine, akan berakibat trouble pada fuel system (Low Power) dan berakibat berkurangnya performance Engine.

### REFERENCES

- [1] D. A. & C Wulandari and O. H. Kombinasi, “Keramik Berpori dengan Katalis TiO<sub>2</sub> Untuk Penu-ran Gas Co pada Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor,” *J. ENVIROTEK*, vol. 9, 2018.
- [2] A. T. Tugaswati, “Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan.” [www.kpbb.org](http://www.kpbb.org), 1993.
- [3] F. Isnaini, A. Zuhdi, and M. Fathallah, “Analisa Per-foma Motor Diesel Berbahan Bakar Komposisi Cam-puran Antara Minyak Tuak,” *J. Tek. POMITS*, vol. 2, 2013.
- [4] U. S. Dharma, E. Nugroho, and M. Fatkurahman,

“Analisa Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Solar dan Minyak Plastik,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 7, 2018.

- [5] A. Siagian and M. Silaban, “Performa dan Karakteristik Emisi Gas Buang Mesin Diesel Berbahan Bakar Ganda,” *J. Tek. Mesin*, vol. 13, 2011.
- [6] Toyota, “New step 1 Training Manual,” and others, Ed. PT. Toyota Astra Motor, 1995.
- [7] W. D. Raharjo and Karnowo, “Mesin Konversi Energi,” and others, Ed. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2008.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*

**Article History:**

*Received: 6 Juni 2018 | Accepted: 10 Mei 2019 | Published: 30 Juni 2019*

**LIST OF TABLES**

1 Pengambilan Data ..... 60

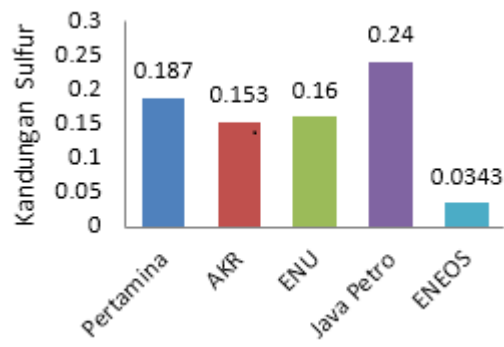
**Table 1.** Pengambilan Data

<b>No.</b>	<b>Jenis Data</b>	<b>Metode Pengambilan Data</b>	<b>Sumber Data</b>
1	History kerusakan komponen fuel system akibat kadar sulfur	Ambil data hasil uji sampling solar beberapa supplier	PT. Meratusline
2	Menentukan jenis solar yang sesuai tipe engine dan melakukan dyno test	Data unit dan spesifikasi engine, data dyno test	PT. Meratusline PT. Altrak



**LIST OF FIGURES**

1	Hasil uji kandungan sulfur sampling solar . . . . .	62
2	Hasil Uji Engine Dyno Test . . . . .	63
3	Torsi engine standar dan hasil pengujian dyno test . . . . .	64
4	Daya engine standart dan hasil pengujian dyno test . . . . .	65
5	Nilai laju konsumsi solar (fuel rate) dalam L/hr . . . . .	66
6	Perbandingan nilai konsumsi solar L/box . . . . .	67
7	Perbandingan nilai total box/hm . . . . .	68
8	Perbandingan nilai total box/day . . . . .	69
9	Perhitungan SFCE untuk HSD . . . . .	70
10	Perhitungan SFCE untuk Biosolar . . . . .	71



**Figure 1.** Hasil uji kandungan sulfur sampling solar

Job No.	IB.0186/319/80/17	Customer	PT. Altrak 1978 Surabaya.
Engine Model	QSM11	Date	03 April 2017
ESN	35301478	Location	Workshop PTA' 78 Jakarta
CPL	8608	Dyno Operator	Agus C
Pump Code	FR 20096	Service Manager	Yongky F.S

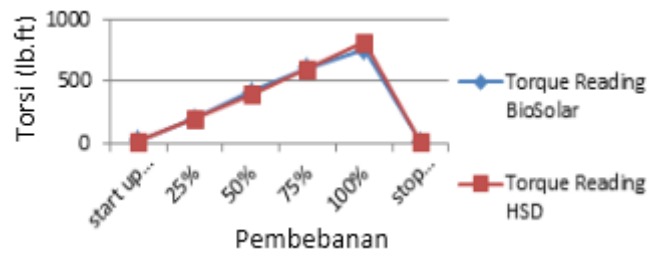
  

SPECIFICATION			
High Idle { Rpm }	1200	Turbo Boost { in hg }	50
Low Idle { Rpm }	600	Crankcase press. { in H <sub>2</sub> O }	12
Fuel Pressure	-	Water Temp. { °C }	80 - 95
Check Point 1	-	Lube Oil Temp. { °C }	120
Check Point 2	-	Lube Oil Press. { Psi }	35
Rail Pressure	-	Rated Speed { Rpm }	2000
Fuel Flow { lb/hr }	-	Max. Torque { lb ft / Rpm }	1162 @ 1400
Flywheel Hp { Hp/Rpm }	300 @ 2000	Exhaust Temp. { °C }	480 - 582

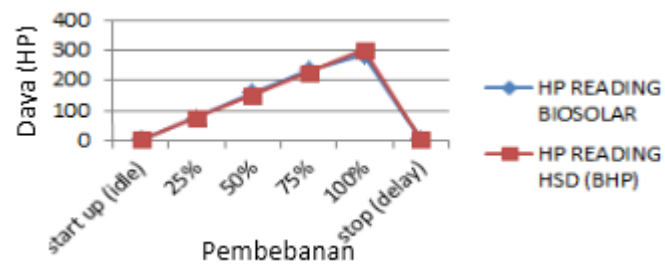
  

RUN - IN TEST RESULTS						
	Start UP { Idle }	Load 25 %	Load 50 %	Load 75 %	Rated Speed 100 %	Cooling Down
Time { Minute }	10	15	10	5	5	10
Engine Speed { Rpm }	760	2000	2010	2010	1980	760
HP reading { BHP }	3	86	150	225	288	3
Torque Reading { lb ft }	20	220	390	590	760	20
Exhaust Temp. { °C }	97	185	246	352	382	117
Water Temp { °C }	47	77	78	79	78	67
Lube Oil Temp. { °C }	58	80	90	100	101	68
Fuel Press { Psi }	135	165	165	165	165	135
Lube Oil Press. { Psi }	36	45	43	42	42	36
Turbo Boost { in Hg }	0	22	39	50	54	0

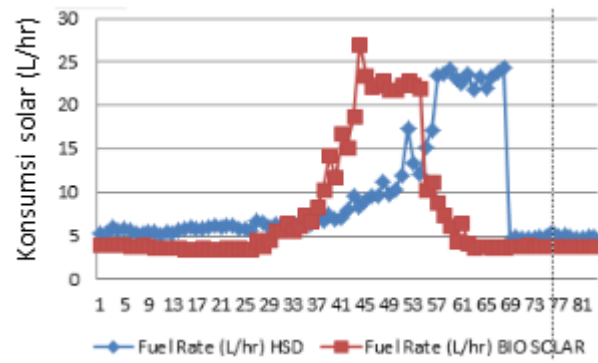
Figure 2. Hasil Uji Engine Dyno Test



**Figure 3.** Torsi engine standar dan hasil pengujian dyno test

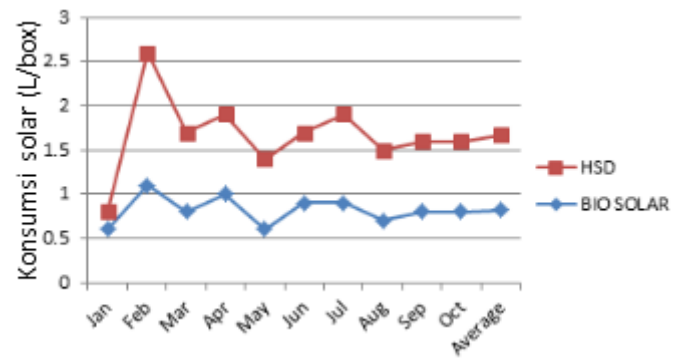


**Figure 4.** Daya engine standart dan hasil pengujian dyno test

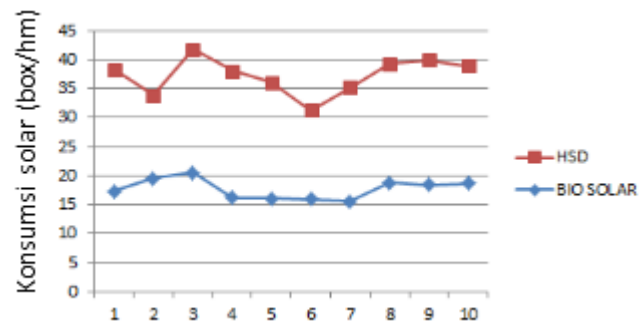


**Figure 5.** Nilai laju konsumsi solar (fuel rate) dalam L/hr

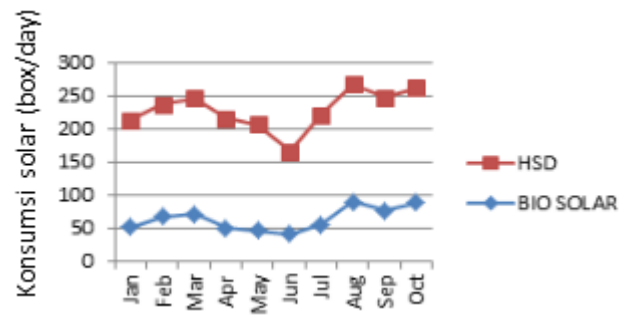




**Figure 6.** Perbandingan nilai konsumsi solar L/box



**Figure 7.** Perbandingan nilai total box/hm



**Figure 8.** Perbandingan nilai total box/day

$$\begin{aligned} \text{SFCe} &= \frac{FC}{Ne} \text{ (kg/PS.Jam)} \\ &= \frac{4.59}{300} \\ &= 0.02 \text{ (kg/PS.jam)} \end{aligned}$$

**Figure 9.** Perhitungan SFCe untuk HSD

$$\begin{aligned} \text{SFCe} &= \frac{FC}{Ne} \text{ (kg/PS.Jam)} \\ &= \frac{3.52}{300} \\ &= 0.01 \text{ (kg/PS.jam)} \end{aligned}$$

**Figure 10.** Perhitungan SFCe untuk Biosolar