

## PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR HIGH SPEED DIESEL DAN BIOSOLAR TERHADAP EMISI GAS BUANG

Oleh:

Hari Boedi Wahjono, API Madiun, Email: hariboedi@api.ac.id

Fadli Rozaq, API Madiun, Email: fadli@pengajar.api.ac.id

### ABSTRAK

Lokomotif menggunakan motor diesel sebagai sumber tenaga penggerak, sehingga bahan bakar yang digunakan untuk lokomotif ini adalah menggunakan bahan bakar solar atau minyak solar. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui perbedaan penggunaan bahan bakar Biosolar dan HSD terhadap emisi gas buang. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan menguji hipotesa dari data-data yang telah dikumpulkan sesuai dengan teori dan konsep sebelumnya. Metode pengambilan data dengan cara uji kendaraan mesin diesel dan gas analyzer untuk mengukur opasitas. Metode analisis data yang digunakan yaitu: analisis deskriptif dan uji T-test. Hasil penelitian diketahui bahwa secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan penggunaan bahan bakar Biosolar dan HSD terhadap emisi gas buang.

**Keywords:** Perbandingan, HSD dan Biosolar, Emisi Gas Buang

### 1. PENDAHULUAN

Membahas mengenai transportasi tidak akan jauh dari membahas mengenai kebutuhan bahan bakar minyak. Hampir seluruh transportasi yang ada saat ini membutuhkan bahan bakar minyak dalam setiap operasinya, baik transportasi darat, laut, dan udara. Kereta Api merupakan salah satu moda transportasi darat yang dalam pengoperasiannya menggunakan lokomotif sebagai penggerak. Lokomotif menggunakan motor diesel sebagai sumber tenaga penggerak, sehingga bahan bakar yang digunakan untuk lokomotif ini adalah menggunakan bahan bakar solar atau minyak solar.

Bahan bakar yang digunakan untuk operasional lokomotif diesel selama ini menggunakan *High Speed Diesel*. Penggunaan bahan bakar diesel jenis ini sudah sesuai dengan spesifikasi teknis dari motor diesel yang digunakan pada lokomotif diesel Kereta Api di Indonesia. Banyak keuntungan yang bisa didapat dari penggunaan HSD seperti memiliki nilai *Cetane Number* yang tinggi, Memiliki kualitas tinggi

dengan kandungan sulfur dibawah 500 ppm, dan *volatility* yang baik. Kemampuan pelumasan yang dimiliki *High Speed Diesel* cukup bagus sehingga dapat membuat umur komponen lebih bisa tahan lama.

Mesin diesel disebut juga motor bakar atau mesin pembakaran dalam karena perubahan tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanik dilaksanakan di dalam mesin itu sendiri. Di dalam motor diesel terdapat torak yang mempergunakan beberapa silinder yang di dalamnya terdapat torak yang bergerak bolak-balik (translasi). Di dalam silinder itu terjadi pembakaran antara bahan bakar solar dengan oksigen yang berasal dari udara. Gas yang dihasilkan oleh proses pembakaran mampu menggerakkan torak yang dihubungkan dengan poros engkol oleh batang penggerak. Gerak translasi yang terjadi pada torak menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol dan sebaliknya gerak rotasi tersebut mengakibatkan gerak bolak-balik torak. Konsep pembakaran pada motor diesel adalah melalui proses penyalaan kompresi udara pada tekanan tinggi. Pembakaran ini

dapat terjadi karena udara dikompresi pada ruangan dengan perbandingan kompresi jauh lebih besar daripada motor bensin, akibatnya udara akan mempunyai tekanan dan temperatur melebihi suhu dan tekanan penyalaan bahan bakar.

Siklus Kerja mesin Diesel 4 langkah, pada prinsipnya hampir sama dengan mesin Otto, dimana piston bergerak secara translasi dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) dan sebaliknya berulang-ulang sebanyak 4 kali dalam satu siklus. Urutan Siklusnya sebagai berikut.

a. Langkah hisap (*intake*)

Pada langkah ini piston atau torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB). Katup hisap akan terbuka dan katup buang tertutup, karena terjadi kevakuman pada silinder, maka udara akan terhisap dan masuk ke dalam silinder. Proses langkah hisap pada proses kerja motor diesel yang dihisap hanyalah udara saja, tidak campuran udara dan bahan bakar seperti pada motor bensin.

b. Langkah kompresi (*compression*)

Semua katup tertutup dan piston bergerak dari TMB ke TMA, mengkompresi udara sehingga menaikkan suhu dan tekanan. Injeksi bahan bakar terjadi persis sebelum TMA dan segera sesudahnya terjadi pembakaran yang menyebabkan kenaikan suhu dan tekanan cukup tinggi.

c. Langkah ekspansi (*power*)

Setelah melalui langkah kompresi, maka akan menuju ke langkah yang ketiga adalah langkah ekspansi. Pada langkah sebelumnya, setelah udara dikompresi dan tekanannya naik. Nozzle injector akan menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar dalam bentuk kabut sehingga akan terbakar karena udara tadi suhunya sangat tinggi.

d. Langkah buang (*exhaust*)

Langkah ini gas hasil pembakaran akan dibuang ke udara bebas melalui saluran udara buang (*exhaust manifold*).

Karakteristik bahan bakar diesel :

a. Volatilitas (Penguapan)

Penguapan adalah sifat kecenderungan bahan bakar untuk berubah fasa menjadi uap. Tekanan uap yang tinggi dan titik didih yang rendah menandakan tingginya penguapan, makin rendah suhu ini berarti makin tinggi penguapannya.

b. Titik Nyala

Titik nyala adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menimbulkan uap yang dapat terbakar ketika disinggungkan dengan percikan atau nyala api, nilai titik nyala berbanding terbalik dengan penguapan.

c. Viskositas

Viskositas menunjukkan resistensi fluida terhadap aliran. Semakin tinggi viskositas bahan bakar, semakin sulit bahan bakar itu diinjeksikan. Peningkatan viskositas juga berpengaruh secara langsung terhadap kemampuan bahan bakar tersebut bercampur dengan udara.

d. Kadar Sulfur

Kadar sulfur dalam bahan bakar diesel yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya keausan pada bagian-bagian mesin. Hal ini terjadi karena adanya partikel – partikel padat yang terbentuk ketika terjadi pembakaran.

e. Kadar Air

Kandungan air yang terkandung dalam bahan bakar dapat membentuk kristal yang dapat menyumbat aliran bahan bakar.

f. Kadar Abu

Kadar abu menyatakan banyaknya jumlah logam yang terkandung dalam bahan bakar. Tingginya konsentrasi dapat menyebabkan penyumbatan pada injeksi, penimbunan sisa pembakaran.

g. Kadar Residu Karbon

Kadar residu karbon menunjukkan kadar fraksi hidrokarbon yang mempunyai titik didih lebih tinggi dari bahan bakar, sehingga karbon tertinggal setelah penguapan dan pembakaran bahan bakar.

h. Titik Tuang

Titik tuang adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar mulai membeku dan terbentuk kristal – kristal parafin yang dapat menyumbat saluran bahan bakar.

i. Kadar Karbon

Kadar karbon menunjukkan banyaknya jumlah karbon yang terdapat dalam bahan bakar.

j. Kadar Hidrogen

Kadar hidrogen menunjukkan banyaknya jumlah karbon yang terdapat dalam bahan bakar.

k. Angka Setana

Angka setana menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri (*auto ignition*). Semakin cepat suatu bahan bakar mesin diesel terbakar setelah diinjeksikan ke dalam ruang bakar, semakin tinggi angka setana bahan bakar tersebut. Angka setana bahan bakar adalah persen volume dari setana dalam campuran setana dan alfa-metil-naftalen yang mempunyai mutu penyalaan yang sama dengan bahan bakar yang diuji. Bilangan setana 48 berarti bahan bakar setara dengan campuran yang terdiri atas 48% setana dan 52% alfa-metil-naftalen.

l. Nilai Kalor

Nilai kalor menunjukkan energi kalor yang dikandung dalam setiap satuan massa bahan bakar. Semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar, semakin besar energi yang dikandung bahan bakar tersebut persatuan massa.

m. Masa Jenis

Masa jenis menunjukkan besarnya perbandingan antara massa dari suatu bahan bakar dengan volumenya.

Pada mesin diesel, konstruksi ruang pembakaran dan cara penyemprotan bahan bakar harus sedemikian rupa sehingga selama pembakaran terdapat gerakan dalam keadaan terkontrol antara tetesan bahan bakar dengan udara yang di mampatkan, hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan hasil pembakaran yang optimal. Pada umumnya ada 2 macam ruang bakar motor diesel yaitu,

ruang bakar injeksi langsung (*direct injection combustion chamber*) dan ruang bakar tidak langsung (*in-direct injection combustion chamber*), saat ini ruang bakar injeksi langsung lebih banyak dipergunakan karena proses pembakaran di dalam ruang bakar lebih optimal, Jenis ruang bakar injeksi langsung adalah mesin yang lebih efisien dan lebih ekonomis dari pada mesin yang menggunakan ruang bakar tidak langsung (*pre-chamber*), oleh karena itu mesin diesel injeksi langsung lebih banyak digunakan untuk kendaraan komersial dan truk, selain dari itu dapat menghasilkan suara dengan tingkat kebisingan yang lebih rendah.

Pada sistem bahan bakar mesin disel, pompa pengalir menghisap bahan bakar dari tangki bahan bakar. Bahan bakar disaring oleh saringan bahan bakar dan kandungan air yang terdapat pada bahan bakar dipisahkan oleh fuel sedimenter sebelum dialirkan ke pompa injeksi bahan bakar. Rakitan pompa injeksi terdiri dari pompa injeksi, governor dan pompa pengalir. Dengan digerakkan oleh mesin, pompa injeksi menekan bahan bakar dan dialirkan ke nosel injeksi dan selanjutnya diinjeksikan ke dalam silinder menurut urutan pengapian

Gas buang pada mesin diesel menghasilkan unsur polutan berupa Nitrogen Oksida (Nox), Sulfur Osida (Sox), Particulate Matter (PM), Karbon Monoksida (CO), dan Hidrokarbon (HC), yang berpotensi mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara. Semakin tinggi penggunaan bahan bakar menyebabkan gas buang yang dihasilkan juga semakin banyak.

Mesin diesel adalah salah satu dari motor bakar yang diketahui mempunyai efisiensi panas (*thermal efficiency*) yang tinggi, tangguh terhadap cuaca dan fleksibel terhadap jenis bahan bakar. Karena itulah mesin diesel, sangat banyak dan sangat luas penggunaannya terutama, yang membutuhkan kapasitas tenaga besar.

Mesin diesel menghasilkan CO<sub>2</sub> yang relatif kecil dibandingkan motor bakar bensin karena efisiensi panas yang lebih besar, akan

tetapi pembakaran pada sistem mesin ini menghasilkan oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>) dan asap yang lebih buruk dari pada motor bakar yang lain.

Bagi makhluk hidup, NO<sub>x</sub> dapat mengakibatkan kematian karena dapat mengikat haemoglobin di dalam darah sehingga darah tidak mendapat oksigen, sedangkan asap dapat menyebabkan gangguan pernapasan, karena itu sangat diperlukan perbaikan gas buangnya, pada mesin diesel konvensional hubungan NO<sub>x</sub> dan asap adalah antagonis (*trade-off*), yaitu sulit menekan kadar NO<sub>x</sub> dan asap sekaligus dalam waktu yang bersamaan. Misalnya; apabila periode injeksi solar dipercepat (injeksi dini) pembakaran secara *pre-mixed* dominan, dan rasio ekuivalensi tinggi menyebabkan temperatur bakar mencapai temperatur terbentuknya NO<sub>x</sub>, walaupun asap (*smoke atausoot atau Particulate Matter, PM*) dapat ditekan secara signifikan, akan tetapi kadar NO<sub>x</sub> menjadi tinggi. Sebaliknya bila, periode injeksi solar diperlambat (mendekati sekitar titik mati atas atau Top Dead Center, TDC) maka pembakaran secara difusi dominan, menimbulkan Nox yang rendah, akan tetapi kadar asap tinggi.

Gas buang mesin diesel sangat banyak mengandung partikulat karena banyak dipengaruhi oleh faktor dari bahan bakar yang tidak bersih. Partikulat pada gas buang mesin diesel berasal dari partikel susunan bahan bakar yang masih berisikan kotoran kasar (abu) dikarenakan pemrosesan bahan bakar yang kurang baik. Faktor lain yang sangat dominan dalam memberikan sumbangan zat pencemar ke udara adalah faktor campuran udara kompresi dengan bahan bakar yang disemprotkan. Pencampuran yang tidak sebanding (terlalu banyak bahan bakar) akan menghasilkan gas buang yang mengandung partikulat berlebihan.

Pada motor diesel, besarnya emisi dalam bentuk opasitas (ketebalan asap) tergantung pada banyaknya bahan bakar yang disemprotkan (dikabutkan) ke dalam silinder, karena pada motor diesel yang

dikompresikan adalah udara murni. Dengan kata lain semakin kaya campuran maka semakin besar konsentrasi Nox, CO dan asap. Sementara itu, semakin kurus campuran konsentrasi Nox, CO dan asap juga semakin kecil. 100% CO yang ada diudara adalah hasil pembuangan dari mesin diesel sebesar 11% dan mesin bensin 89%, CO adalah Carbon Monoxida, HC (Hydro Carbon), NO<sub>x</sub> adalah istilah dari Oksida Nitrogen yang digabung dan dibuat satu (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O).

Senyawa-senyawa di dalam gas buang terbentuk selama energi diproduksi untuk menjalankan sarana transportasi yang ada, beberapa senyawa yang dinyatakan dapat membahayakan kesehatan adalah berbagai oksida sulfur, oksida nitrogen, dan oksida karbon, hidrokarbon, logam berat tertentu dan partikulat. Pembentukan gas buang tersebut terjadi selama pembakaran bahan bakar fosil bensin dan solar didalam mesin, proses ketidak sempurnaan pembakaran yang terjadi pada mesin akan menghasilkan bahan pencemar pada kadar yang tinggi, terutama berbagai senyawa organik dan oksida nitrogen, sulfur dan karbon. Selain itu gas buang sarana transportasi langsung berinteraksi dengan lingkungan dan masyarakat.

Pada pertengahan tahun 2016 harga bahan bakar minyak di Indonesia mengalami kenaikan. Hal ini pun berimbas juga pada kenaikan harga bahan HSD. Kenaikan harga HSD memicu meningkatnya biaya operasional yang artinya akan berdampak pada biaya pelayanan kepada penumpang. Kebijakan untuk menaikkan tarif tiket kereta api pun mungkin bisa diambil sebagai bentuk solusi dari meningkatnya biaya operasional. Namun kenaikan tiket kereta akan berdampak pada semakin terbebannya masyarakat yang biasa menggunakan kereta api sebagai sarana transportasinya. Oleh karena itu kenaikan tarif tiket kereta api dirasa bukan sebuah keputusan yang bijak. Perlu dicari solusi yang lain untuk mengatasi hal ini.

Kebijakan yang diambil untuk mengatasi naiknya biaya operasional karena naiknya harga HSD adalah dengan mengganti HSD

dengan minyak diesel yang berjenis Biosolar. Penggunaan biosolar dirasa dapat menekan biaya operasional. Harga biosolar lebih rendah daripada HSD. Dengan demikian diharapkan perusahaan tetap dapat beroperasi tanpa mengalami kerugian dan juga tanpa menaikkan tarif tiket kereta. Namun perlu diperhatikan mengenai sifat dari bahan bakar biosolar dapat melepaskan oksida nitrogen yang dapat mengarah pada pembentukan kabut asap. Kabut asap yang terlalu tebal akan berdampak pada lingkungan sekitar. Mengingat bahwa lokomotif berada didepan sehingga jika lokomotif mengeluarkan kabut asap yang terlalu tebal akan berdampak pada gerbong penumpang yang ada dibelakangnya dan ini akan sangat membahayakan penumpang. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terkait dampak emisi gas buang dari penggunaan bahan bakar biosolar dengan HSD. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui perbedaan penggunaan bahan bakar Biosolar dan HSD terhadap emisi gas buang..

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan menguji hipotesa dari data-data yang telah dikumpulkan sesuai dengan teori dan konsep sebelumnya. Penelitian kuantitatif adalah suatu penelitian yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan deduktif induktif yang berangkat dari suatu kerangka teori, gagasan para ahli, ataupun pemahaman peneliti berdasarkan pengalamannya yang kemudian dikembangkan menjadi permasalahan-permasalahan beserta pemecahan-pemecahannya yang diajukan untuk memperoleh pembenaran dalam bentuk dukungan data empiris di lapangan (Tanzeh, 2009:81).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian yaitu gas analyzer, smoke tester, mesin diesel commonrail Toyota Kijang. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan bakar bio solar dan HSD.

Pada penelitian ini, tahapan penelitian dalam proses pengumpulan data adalah sebagai berikut:

### a. Tahap Persiapan

Sebelum dilaksanakan penelitian, terlebih dulu melakukan persiapan menyusun dan perlengkapan penelitian. Sebelum menyusun alat, dilakukan pengecekan kondisi pada engine, serta pada knalpot terjadi kebocoran apa tidak. Pengecekan juga dilakukan pada alat uji emisi gas buang yaitu Gas Analyzer. Setelah proses penyusunan peralatan dan alat uji sudah terpasang dengan baik pada Gas Analyzer maka dilakukan pengecekan kondisi pemasangan pada pipa gas buang, dan alat ukur.

### b. Tahapan Pengambilan Data Gas Analyzer

Tahapan proses pengujian dapat diperinci sebagai berikut:

- a. Menghidupkan mesin dan mengatur putaran hingga mencapai posisi idle.
- b. Menstart pengujian atau proses pengambilan data oleh alat Autologic Gas Analyzer
- c. Mengambil data pada posisi akselerasi
- d. Mematikan motor.
- e. Mengganti bahan bakar
- f. Mengulangi langkah a-e secara berurutan. Dengan menggunakan bahan bakar Biosolar dan HSD.

Metode analisis data yang digunakan yaitu:

### a. Analisis deskriptif

Statistik deskriptif merupakan metode statistik dengan mengumpulkan informasi atau data dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung. Statistik deskriptif menjelaskan cara penyajian data, dengan tabel biasa maupun distribusi frekuensi, grafik garis maupun batang, diagram lingkaran, dan pictogram (Sugiyono, 2010:29). Analisis deskriptif pada penelitian ini digunakan untuk mendeskripsikan hasil pengujian emisi gas buang bahan bakar biosolar dan HSD pada mesin diesel.

b. Uji T-test

Sebelum dilakukan pengujian analisis data, terlebih dahulu diadakan uji prasyarat analisis yakni dengan pengujian normalitas dan homogenitas antara subyek pada kelompok hasil uji emisi bahan bakar biosolar dan bahan bakar HSD. Setelah prasyarat analisis terpenuhi selanjutnya yaitu uji hipotesis dengan menggunakan uji-t. Uji-t digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian emisi gas buang bahan bakar biosolar dan HSD.

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara emisi gas buang bahan bakar biosolar dibandingkan dengan emisi gas buang bahan bakar HSD

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara emisi gas buang bahan bakar biosolar dibandingkan dengan emisi gas buang bahan bakar HSD.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

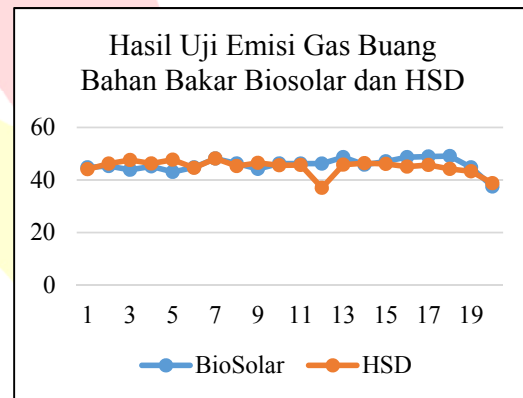
**a. Hasil Penelitian**

Hasil penelitian berupa hasil analisis deskriptif dan analisis uji-t. Secara lebih lengkap akan dijelaskan sebagai berikut:

1) Analisis deskriptif hasil uji emisi bahan bakar biosolar dan HSD

Opasitas menunjukkan derajat kegelapan dan tembus pandang tidaknya suatu emisi gas buang. Semakin tinggi opasitasnya, artinya semakin tinggi persentase tidak tampaknya suatu benda akibat emisi gas buang ini. Partikulat ini terutama terdiri dari jelaga, yang proses terjadinya secara ringkas adalah pada kondisi dimana oksigen kurang HC dalam kondisi temperatur tinggi akan mengalami dekomposisi termal dan kemudian terjadi dehidrogenisasi dan diikuti polimerisasi oJ sehingga akan terbentuk senyawa antara intermediates yang banyak mengandung karbon dan selanjutnya terjadi pertumbuhan inti partikel.

Berdasarkan hasil uji emisi bahan bakar biosolar dan HSD diketahui bahwa dari 20 kali pengujian nilai rata-rata opasitas bahan bakar biosolar yaitu 45,76% dan nilai rata-rata opasitas bahan bakar HSD 45,01%. Nilai tersebut masih memenuhi standar baku mutu atau standar emisi gas buang yang ditetapkan oleh pemerintah untuk mesin diesel yaitu 50%. Berikut ini hasil pengujian emisi gas buang dengan bahan bakar biosolar dan HSD yang disajikan dalam bentuk grafik.



**Gambar 1.1 Grafik Hasil Uji Emisi Gas Buang Bahan Bakar Biosolar dan HSD**

Berdasarkan Gambar 1.1 di atas dapat diketahui bahwa hasil pengujian emisi gas buang bahan bakar biosolar dan HSD saling berhimpitan. Artinya secara grafik tidak ada perbedaan yang signifikan penggunaan bahan bakar biosolar dan HSD terhadap emisi gas buang pada mesin diesel. Untuk melihat perbedaan hasil uji emisi gas buang bahan bakar biosolar dan HSD berikut ini disajikan hasil analisis statistik deskriptif data uji emisi gas buang kedua bahan bakar tersebut.

Dari nilai hasil analisis deskriptif opasitas dari bahan bakar HSD diketahui lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar biosolar. Nilai minimum opasitas bahan bakar HSD yaitu 37% sedangkan nilai minimum opasitas bahan bakar biosolar yaitu 38%. Nilai maksimum opasitas bahan bakar HSD yaitu 48% sedangkan nilai maksimum opasitas bahan bakar biosolar yaitu 49%. Total nilai opasitas bahan bakar

HSD yaitu 900% sedangkan total nilai opasitas bahan bakar biosolar yaitu 915%.

Uji T-Test pada penelitian ini digunakan untuk melihat perbedaan hasil uji emisi gas buang bahan bakar biosolar dan HSD pada mesin diesel secara statistik. Sebelum dilakukan uji t-test maka data harus memenuhi prasyarat analisis t-test yaitu data harus berdistribusi normal dan data harus homogen. Berikut hasil uji prasyarat uji t-test dan uji hipotesis pada penelitian ini:

a. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui data penelitian yang telah dikumpulkan berdistribusi normal atau tidak. Uji statistik yang digunakan untuk menguji normalitas data adalah uji statistik *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* dengan bantuan SPSS. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa nilai signifikansinya 0,222 lebih besar dari taraf signifikansinya 0,05. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa data penelitian berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas varian sebagaimana dikemukakan Suharsimi Arikunto (2005: 318) dimaksudkan untuk mengetahui seragam tidaknya varian sampel yang diambil dari populasi yang sama. Perhitungan uji homogenitas dalam penelitian ini digunakan rumus statistika *Levene test* dengan bantuan SPSS. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa pada pengujian statistik *Based on Mean* diperoleh nilai signifikansinya 0,982 lebih besar dari taraf signifikansinya 0,05. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa bahwa populasi dalam kelompok bersifat homogen.

Uji Prasyarat analisis di atas menunjukkan bahwa data telah memenuhi prasyarat analisis langkah selanjutnya yaitu uji hipotesis. Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji T-test. Uji T-test digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian emisi gas buang bahan bakar biosolar dan HSD. Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variansi emisi gas buang bahan bakar biosolar dengan emisi gas buang bahan bakar HSD

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara variansi emisi gas buang bahan bakar biosolar dengan emisi gas buang bahan bakar HSD

Uji T-test pada penelitian ini menggunakan bantuan program SPSS. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa nilai signifikansi pada uji T-test emisi gas buang bahan bakar biosolar dan bahan bakar HSD yaitu 0,982. Nilai signifikansi 0,982 lebih besar dari taraf signifikansinya 0,05 sehingga Ho diterima. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan antara variansi emisi gas buang bahan bakar biosolar dengan emisi gas buang bahan bakar HSD.

**b. Pembahasan**

Emisi asap (*smoke*) merupakan polutan utama pada mesin diesel. Pembentukan *smoke* pada mesin diesel terjadi karena kekurangan oksigen, hal itu terjadi pada inti (*core*) *spray* yang mempunyai  $\lambda \leq 0,8$ . Dalam proses pembakaran berlangsung ketika bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder yang berbentuk butir-butir cairan yang halus saat keadaan di dalam silinder tersebut sudah bertemperatur dan bertekanan tinggi sehingga butir-butir tersebut akan menguap. Namun jika butir-butir bahan bakar yang terjadi karena penyemrotan itu terlalu besar atau apabila beberapa butir terkumpul menjadi satu, maka akan terjadi dekomposisi.

Dekomposisi itu akan menyebabkan terbentuknya karbon-karbon padat (*angus*). Hal ini disebabkan karena pemanasan udara yang bertemperatur tinggi, tetapi penguapan dan pencampuran dengan udara yang ada di dalam silinder tidak dapat berlangsung sempurna. Terutama pada saat-saat dimana terlalu banyak bahan bakar yang disemprotkan, yaitu pada waktu daya mesin akan diperbesar. Misalnya untuk akselerasi maka *angus* akan terjadi. Jika *angus* yang terjadi itu terlalu banyak, gas buang yang keluar dari mesin akan berwarna hitam dan

mengotori udara serta mengganggu pemandangan.

Pembakaran yang sempurna pada sebuah mesin dipengaruhi oleh faktor – faktor antara lain pengapian yang kuat dan tepat, kompresi yang cukup dan daya tahan bahan bakar terhadap detonasi. Pada penelitian ini penulis tidak melakukan perubahan pada setting mesin sehingga setting mesin berada dalam keadaan standar sehingga tekanan kompresi dan setting mesin tidak mengalami perubahan.

Pada penelitian ini uji emisi dilakukan untuk membandingkan emisi gas buang 2 bahan bakar yang berbeda yaitu biosolar dan HSD. HSD atau High Speed Diesel merupakan BBM jenis solar yang memiliki angka performa cetane 45. BBM jenis ini umumnya digunakan untuk mesin transportasi mesin diesel yang umum dipakai dengan sistem injeksi pompa mekanik dan *electronic injection*. BBM jenis ini diperuntukkan untuk jenis kendaraan bermotor transportasi dan mesin industri. Biosolar atau biodiesel merupakan jenis bahan bakar alternatif bagi bahan bakar diesel berdasar-petroleum dan terbuat dari bahan bakar yang terdiri dari campuran *monoalkyl ester* dari rantai panjang asam lemak. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah ada perbedaan emisi gas buang antar kedua bahan bakar tersebut.

Pengujian emisi gas buang mesin diesel dengan bahan bakar biosolar dan HSD dilakukan selama 20 kali pengujian. Hasil uji emisi gas buang pada mesin diesel berupa nilai opasitas. Berdasarkan analisis deskriptif statistik hasil pengujian emisi gas buang bahan bakar biosolar dan HSD diketahui bahwa bahan bakar HSD memiliki nilai opasitas yang lebih rendah dari biosolar. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata opasitas, nilai opasitas tertinggi, nilai opasitas terendah dan total nilai opasitas. Nilai rata-rata opasitas bahan bakar biosolar yaitu 45,76% dan nilai rata-rata opasitas bahan bakar HSD 45,01%. Nilai minimum opasitas bahan bakar HSD yaitu 37% sedangkan nilai minimum opasitas bahan bakar biosolar yaitu 38%. Nilai maksimum opasitas bahan

bakar HSD yaitu 48% sedangkan nilai maksimum opasitas bahan bakar biosolar yaitu 49%. Total nilai opasitas bahan bakar HSD yaitu 900% sedangkan total nilai opasitas bahan bakar biosolar yaitu 915%. Dari nilai tersebut meskipun masih rendah nilai opasitas HSD namun selisih nilainya sedikit, yaitu selisih nilai rata-rata 0,75%, selisih nilai minimum 1%, selisih nilai maksimum 1%, dan total nilai 15%.

Untuk melihat lebih lanjut apakah perbedaan nilai dari hasil pengujian emisi gas buang bahan bakar biosolar dan HSD signifikan atau tidak maka pada penelitian ini dilakukan uji beda dengan menggunakan uji *independent sample* T-test. Hasil dari uji T-test diketahui bahwa secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan antara variansi emisi gas buang bahan bakar biosolar dengan emisi gas buang bahan bakar HSD. Artinya meskipun nilai hasil dari uji emisi gas buang bahan HSD lebih rendah opasitasnya daripada biosolar namun selisih tersebut tidak signifikan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan yaitu secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan penggunaan bahan bakar Biosolar dan HSD terhadap emisi gas buang.

#### 5. REFERENSI

- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Pendekatan Praktek*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Arismunandar, wiranto, 1997. *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.
- Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamental*. New York: McGraw-Hill, Inc.



- Isuzu. *Workshop Manual Diesel Engine C190GB, C190KE, C240 Models.*
- International Standard ISO/FDIS 5130 Acoustics-Measurements of Sound Pressure Level Emitted by Stationary Road Vehicles.*
- Obert, Edward F. 1973. *Internal Combustion Engine and Air Pollution (3rd. Ed).* New York: Harper & Row Publisher. Inc.
- Menteri Lingkungan Hidup. 2006. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: Kep.05/MENLH/08/2006. Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.
- Menteri Lingkungan Hidup. 2009. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: Kep.07/MENLH/04/2009. Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor.
- SNI 19-7118.2-2005 tentang Emisi gas buang – Sumber bergerak – Bagian 2 : Cara Uji Kendaraan Bermotor Kategori M, N dan O berpengerak Penyalaan Kompresi Pada Kondisi Akselerasi Bebas.
- SNI 09-1825-2002 tentang pengujian tingkat kebisingan kendaraan bermotor.
- SNI 7554:2010 tentang Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Bermotor Kategori M1 dan N1.
- Sukoco, Arifin. 2008, *Teknologi Motor Diesel.*
- Sugiyono, Dr. 2010. *Statistika Untuk Penelitian.* Bandung: Alfabeta
- Tjokowisastro, E., dan Widodo, B.U.K. 1995. *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar.* Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS.
- Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor.* Surabaya: Unesa University Press.
- Warju. 2009. *Pengujian emisi gas buang Kendaraan Barmotor.* Surabaya: Unesa University Press.