

JURNAL PENELITIAN

ANALISIS PENGGUNAAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN PERTAMINA DEX
TERHADAP TINGKAT KETEBALAN GAS BUANG (OPASITAS) PADA MOTOR
DIESEL MITSUBISHI L300 TAHUN 2010

*Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang program Strata Satu pada Program Studi
Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh
Ahmad Afif Triawan
NIM. 13840/2009

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014

ANALISIS PENGGUNAAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN PERTAMINA DEX TERHADAP TINGKAT KETEBALAN GAS BUANG (OPASITAS) PADA MOTOR DIESEL MITSUBISHI L300 TAHUN 2010

Ahmad Afif Triawan¹, Bahrul Amin², Andrizal³.
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
email: afiftriawan1@gmail.com

Abstrak

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor berdampak buruk pada konsumsi BBM dan emisi kendaraan. Untuk itu, pemerintah melalui Menteri ESDM mengeluarkan peraturan no 1 tahun 2013 mengenai pembatasan penggunaan bahan bakar subsidi, salah satunya untuk kendaraan diesel yang mengharuskan kendaraan pengangkut hasil perkebunan, pertambangan dan kehutanan dilarang menggunakan bahan bakar bersubsidi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan pertamina DEX sebagai bahan bakar non subsidi untuk motor diesel terhadap ketebalan gas buang Mitsubishi L300. Hal tersebut untuk membuktikan teori bahwa cetane number dapat mempengaruhi kualitas pembakaran dalam mesin yang diukur melalui ketebalan gas buang yang dihasilkan. Desain penelitian ini adalah pre-test and post-test group design, penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian ketebalan gas buang Mitsubishi L300 tahun 2010 ketika menggunakan bahan bakar solar dan pertamina DEX. Pengujian dilakukan pada putaran mesin 800, 1400, 2000, 3000 rpm dan akselerasi I dan II, pada masing-masing putaran mesin dilakukan dua kali pengujian. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 27 Desember 2013 di bengkel Toyota Auto 2000 Bypass Padang. Dari hasil penelitian terlihat bahwa rata-rata ketebalan gas buang Mitsubishi L300 ketika menggunakan bahan bakar solar adalah 25,833% sedangkan ketika menggunakan pertamina DEX sebesar 12,425%. Hasil penghitungan menggunakan rumus uji t menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan pertamina DEX terhadap ketebalan gas buang motor diesel Mitsubishi L300 tahun 2010, yang diterima pada taraf signifikansi 5%.

Kata kunci: pertamina DEX, ketebalan asap, opasitas, motor diesel.

A. PENDAHULUAN

Teknologi dan transportasi merupakan satu kesatuan yang sangat erat kaitannya dalam kehidupan manusia. Teknologi yang paling banyak digunakan sebagai penggerak pada transportasi darat adalah motor bakar jenis bensin dan diesel. Perkembangan teknologi otomotif mempunyai beberapa dampak positif dalam kehidupan manusia. Tetapi selain bisa memberikan dampak positif, pengembangan teknologi ini juga bisa memberikan dampak negatif yang cukup serius, diantaranya kemacetan lalu lintas, masalah keamanan sesama pengguna jalan, pencemaran terhadap lingkungan dan semakin meningkatnya penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM).

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor menyebabkan meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak yang berasal dari fosil. Cadangan minyak di Indonesia untuk tahun 2011 berada pada posisi 7,73 milyar barel, mengalami penurunan 0,03 milyar barel dari tahun sebelumnya (prokum.esdm.go.id). Sejalan

dengan keputusan Menteri ESDM no 1 tahun 2013 yang menyatakan bahwa kendaraan mobil barang untuk pengangkutan hasil perkebunan, pertambangan dan kehutanan dilarang menggunakan bahan bakar bersubsidi (<http://www.bphmigas.go.id>). Dalam hal ini kendaraan jenis diesel tertentu tidak lagi diperbolehkan menggunakan bahan bakar solar, melainkan harus menggunakan bahan bakar pertamina DEX yang merupakan bahan bakar nonsubsidi. Tujuannya adalah untuk mengurangi biaya yang harus dikeluarkan pemerintah dalam memberikan subsidi bahan bakar solar. Selain itu penggunaan bahan bakar jenis pertamina DEX juga dapat mengurangi jumlah konsumsi bahan bakar dan meminimalisir emisi gas buang yang dihasilkan, karena pertamina DEX merupakan bahan bakar motor diesel yang telah memenuhi standar EURO 2 (www.pertamina.com).

Kendaraan bermotor menghasilkan emisi gas buang sebagai akibat dari adanya proses pembakaran yang dapat mencemari lingkungan di sekitarnya.

Muhammad (2012: 1) menjelaskan “Pada manusia sendiri, kerusakan ataupun gangguan yang ditimbulkan dari pencemaran udara oleh kendaraan bermotor dapat berupa gangguan pernafasan, iritasi pada mata, keracunan dalam darah, menurunnya tingkat kecerdasan hingga bisa mengakibatkan kematian”. Gas-gas berbahaya dalam emisi menurut Srikandi (1992: 93) meliputi karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), sulfurdioksida (SO_x), nitrogenoksida (NO_x), dan partikel. Kementerian Lingkungan Hidup dalam Eko (2006: 4) menyatakan bahwa:

Pengendalian pencemaran udara dari sarana transportasi yaitu dengan cara:

1. Menggunakan bahan bakar bersih.
2. Menggunakan bahan bakar alternatif.
3. Pengembangan manajemen transportasi.
4. Pemantauan emisi gas buang kendaraan bermotor.
5. Pemberdayaan peran masyarakat melalui komunikasi masa.

Motor diesel menghasilkan emisi gas buang yang secara fisik terlihat lebih tebal atau pekat yang disebut opasitas. Dalam skala ringan, gas buang yang pekat dan tebal dapat mengakibatkan iritasi pada mata, gangguan pernafasan karena mengandung partikulat, dan dapat mengganggu penglihatan pengguna jalan yang bisa membahayakan keselamatan.

Wakhinuddin (2009: 11, 206) menyatakan “Pembakaran pada motor diesel sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar yang digunakan, dan asap hitam yang dihasilkan motor diesel merupakan efek dari pembakaran yang tidak sempurna, efek lainnya adalah tenaga mesin yang cenderung berkurang”. Penggunaan jenis bahan bakar pada kendaraan diesel berperan besar dalam menentukan tingkat ketebalan asap buang motor diesel. Solar mempunyai angka cetane 45, sedangkan Pertamina DEX memiliki cetane number 51 dengan kadar sulfur hanya 0,11 % atau di bawah 300 ppm, sehingga lebih ramah

lingkungan dibandingkan dengan solar (www.pertamina.com).

Masalah yang didapat dari uraian tersebut adalah mengenai penggunaan solar dan Pertamina DEX serta pengaruhnya terhadap ketebalan emisi gas buang motor diesel Mitsubishi L300 tahun 2010. Penggunaan motor diesel Mitsubishi L300 sebagai subjek penelitian karena mempertimbangkan faktor bahwa Mitsubishi L300 merupakan kendaraan transportasi tipe LCV (Light Commercial Vehicle) dengan penjualan tertinggi di kelasnya dengan memimpin pangsa pasar sebesar 61,2% (<http://www.tempo.co>).

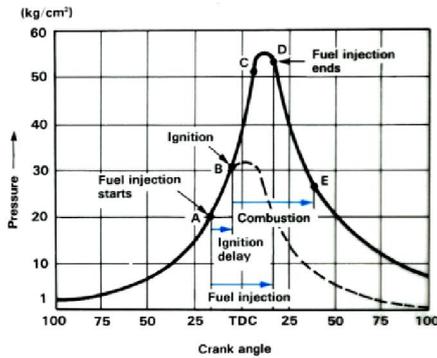
B. Tinjauan Pustaka

1. Motor Diesel

Wiranto (1988: 5) mengemukakan bahwa “Motor bakar torak terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu motor bensin (Otto) dan motor diesel, motor bensin menggunakan percikan bunga api busi untuk memicu terjadinya proses pembakaran sedangkan motor diesel menggunakan tekanan kompresi dan temperatur tinggi untuk memicu terjadinya penyalaan sendiri”. Motor diesel merupakan salah satu jenis internal combustion engine atau motor pembakaran dalam.

2. Pembakaran pada Motor Diesel

Wiranto (1988: 95) berpendapat bahwa “Proses pembakaran merupakan suatu reaksi kimia cepat antara bahan bakar (hidrokarbon) dengan oksigen dari udara yang tidak terjadi secara sekaligus, tetapi terjadi dalam beberapa tahapan”. Wakhinuddin (2009: 22) menambahkan bahwa “Pada motor diesel yang dikompresikan adalah udara dengan menaikkan temperatur pada langkah kompresi, sehingga campuran udara dan bahan bakar akan spontan terbakar tanpa adanya percikan bunga api”.



Gambar 1. Proses Pembakaran Motor Diesel
 Sumber: Toyota Step 2: 8-12

Proses pembakaran dibagi menjadi empat periode, yaitu:

- Periode pertama: waktu pembakaran tunda (A-B). Periode ini merupakan fase persiapan pembakaran dimana partikel-partikel bahan bakar yang diinjeksikan bercampur dengan udara di dalam silinder agar mudah terbakar.
- Periode kedua: perambatan api (B-C). Pada akhir langkah pertama, campuran akan terbakar di beberapa tempat dalam silinder sehingga pembakaran mulai di beberapa tempat. Nyala api ini akan merambat dengan kecepatan tinggi seolah-olah campuran terbakar sekaligus menyebabkan tekanan dalam silinder cepat naik. Karena itu periode ini kadang-kadang disebut pembakaran letup.
- Periode ketiga: pembakaran langsung (C-D). Akibat nyala api di dalam silinder maka bahan bakar yang diinjeksikan langsung terbakar. Pembakaran langsung ini dapat dikontrol dari jumlah bahan bakar yang diinjeksikan. Jadi periode ini sering disebut proses pembakaran kontrol.
- Periode keempat: pembakaran lanjut (D-E). Injeksi berakhir pada titik D, tetapi bahan bakar belum terbakar semua. Jadi walaupun injeksi telah berakhir, pembakaran masih tetap berlangsung. Bila pembakaran lanjut ini terlalu

lama, temperatur gas buang akan tinggi menyebabkan efisiensi turun.

Philip & Rahardjo (2000: 8) mengemukakan bahwa Ada beberapa hal yang menyebabkan ketidaksempurnaan proses pembakaran motor diesel, yaitu:

- Kuantitas dan kualitas bahan bakar tidak sesuai dengan kebutuhan.
- Proses penginjeksian bahan bakar yang kurang sempurna.
- Kurangnya udara yang akan digunakan untuk proses pembakaran.
- Campuran udara dan bahan bakar yang tidak homogen.

Dampak yang ditimbulkan dari permasalahan di atas adalah kinerja dari motor secara keseluruhan kurang optimal, dan dampak yang kasat mata terhadap lingkungan adalah adanya asap hitam yang keluar dari saluran buang.

3. Detonasi dan Knocking pada Motor Diesel

Wakhinuddin (2009: 30) menyatakan bahwa “Detonasi dan knocking itu berbeda. Detonasi terjadi pada awal mekanisme ledakan penyalan sendiri, gelombang detonasi bergerak cepat ke ruang bakar kira-kira dua kali kecepatan suara dimana kompresi gas untuk tekanan dan temperatur beraksi dan bersatu. Sedangkan knocking adalah pukulan pada motor kompresi (diesel) yang terjadi secara teratur pada periode keterlambatan fisik”. Jadi sebenarnya perbedaan antara detonasi dan knocking adalah detonasi merupakan gelombangnya dan knocking adalah dalam bentuk ledakannya.

Wakhinuddin (2009: 30) selanjutnya menjelaskan bahwa ada beberapa hal yang mempengaruhi terjadinya knocking, yaitu:

- Pengabutan (atomization), penembusan (penetration), dan bentuk semprotan injektor.

- b. Sifat bahan bakar, seperti kekentalan dan volatiliti yang mempengaruhi karakter penyemprotan.
 - c. Pusaran udara untuk mencampur bahan bakar dan udara.
4. Bahan Bakar Motor Diesel
- a. Solar

Wakhinuddin (2009: 17) menyatakan pendapat bahwa “Solar mempunyai berat pendapat bahwa “Solar mempunyai berat jenis 0,8 s/d 0,85 dengan suhu didih antara 250⁰ s/d 300⁰C, titik nyala 65⁰ s/d 70⁰C, mempunyai viskositas 1,5 s/d 3,5 dan nilai pembakarannya 9983 kal/kg, serta biasa dipakai pada motor diesel putaran tinggi dan kerja dengan waktu lama”. Untuk karakteristik mengenai bahan bakar solar dengan angka cetane 45, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Karakteristik Mutu Solar (HSD) dengan Cetane Number 45

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji	
			Min	Maks	ASTM	Lain
1	Bilangan cetana					
	Angka cetana	-	45	-	D613-95	-
	Indeks cetana	-	48	-	D4737-98a	-
2	Berat jenis (15 ⁰)	Kg/m ³	815	870	D4052-96	-
3	Viskositas (40 ⁰)	mm ² /s	1,6	5,8	D445-97	-
4	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,5	D2622-98	-
5	Distilasi:					
	T90	⁰ C	-	-	-	-
	T95	⁰ C	-	370	-	-
	Titik didih akhir	⁰ C	-	-	-	-
6	Titik nyala	⁰ C	65	-	D93-99c	-
7	Titik tuang	⁰ C	-	18	D97	-
8	Residu karbon	% m/m	-	0,1	D4530-93	-
9	Kandungan air	mg/kg	-	500	D1744-92	-
10	Stabilitas oksidasi	g/m ³	-	-	D2274-94	-
11	Kandungan FAME	% v/v	-	10	-	-
12	Kandungan methanol dan etanol	% v/v	-	-	D4815	-
13	Kandungan abu	% m/m	-	0,01	D482-95	-
14	Kandungan sedimen	% m/m	-	0,01	D473	-
15	Bilangan asam kuat	Mg KOH/g	-	0	D664	-
16	Bilangan asam total	Mg KOH/g	-	0,6	D664	-
17	Partikulat	Mg/l	-	-	D2276-99	-
18	Lebrisitas	Micron	-	-	D5079-99	-
19	Penampilan visual warna	-	Jernih dan terang		D1500	-

(Sumber: Pertamina dalam Jekson, 2009: 12)

b. Pertamina DEX

Pertamina DEX memiliki angka cetane 51 (HSD 45) dengan kandungan sulfur kurang dari 300 ppm (www.pertamina.com). Wiranto (1988: 99) mengemukakan “Angka cetane yang tinggi menunjukkan kualitas bahan bakar yang lebih baik untuk motor diesel”.

Kandungan sulfur yang rendah dalam Pertamina DEX juga dapat mengurangi sedimentasi yang terjadi pada komponen motor diesel dan menghasilkan emisi yang lebih bersih (news.detik.com). Pertamina DEX juga telah memenuhi standar mutu dari Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006 (www.pertamina.com), sebagaimana terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Karakteristik Mutu Bahan Bakar Diesel dengan Cetane Number 51.

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji	
			Min	Maks	ASTM	Lain
1	Bilangan cetana					
	Angka cetana	-	51	-	D613-95	-
	Indeks cetana	-	48	-	D4737-98a	-
2	Berat jenis (15 ⁰)	Kg/m ³	820	850	D4052-96	-
3	Viskositas (40 ⁰)	mm ² /s	2,0	4,5	D445-97	-
4	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05	D2622-98	-
5	Distilasi:					
	T90	⁰ C	-	340	-	-
	T95	⁰ C	-	360	-	-
	Titik didih akhir	⁰ C	-	370	-	-
6	Titik nyala	⁰ C	55	-	D93-99c	-
7	Titik tuang	⁰ C	-	18	D97	-
8	Residu karbon	% m/m	-	0,30	D4530-93	-
9	Kandungan air	mg/kg	-	500	D1744-92	-
10	Stabilitas oksidasi	g/m ³	-	25	D2274-94	-
11	Kandungan FAME	% v/v	-	10	-	-
12	Kandungan methanol dan etanol	% v/v	-	-	D4815	-
13	Kandungan abu	% m/m	-	0,01	D482-95	-
14	Kandungan sedimen	% m/m	-	0,01	D473	-
15	Bilangan asam kuat	Mg KOH/g	-	0	D664	-
16	Bilangan asam total	Mg KOH/g	-	0,3	D664	-
17	Partikulat	Mg/l	-	10	D2276-99	-
18	Lebrisitas	Micron	-	460	D5079-99	-
19	Penampilan visual warna	-	Jernih dan terang		D1500	-

(Sumber: prokum.esdm.go.id)

5. Angka Cetane

Wiranto (1988: 99) menyatakan bahwa “Bahan bakar motor diesel komersial yang diperdagangkan mempunyai angka cetane antara 35-55”. Toyota Step 2 (1972: 2-6) dijelaskan bahwa “Pada motor diesel angka cetane menentukan titik bakar dari bahan bakar. Sifat-sifat detonasi motor diesel ditunjukkan berdasarkan angka cetane”. Pertamina dalam Fauzan (2008:14) menyatakan bahwa “Angka cetane adalah angka yang menyatakan kualitas pembakaran dari bahan bakar mesin diesel, yang diperlukan untuk mencegah terjadinya diesel knock atau suara pukulan di dalam ruang bakar mesin diesel”. Sejalan dengan Eman dan Haryono (1985: 112) yang menyatakan bahwa “Makin

tinggi angka cetane, makin baik kualitas penyalaan bahan bakar”. Jadi pada dasarnya angka cetane pada bahan bakar motor diesel memiliki andil yang sangat penting dalam menentukan kinerja engine, dalam hal ini angka cetane yang semakin tinggi memiliki kualitas penyalaan yang lebih baik dan dapat meredam knocking pada engine.

6. Emisi Motor Diesel

Ramly (2000: 165) menyatakan “Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Dirjen Perhubungan Darat dan ITB pada tahun 1992 menunjukkan kontribusi relatif cukup besar emisi kadar polutan (CO, He, NO_x, SO_x, dan particulate matter) adalah di bidang transportasi rata-rata sebesar 87%”. Didukung oleh Srikandi (1992: 93) yang menjelaskan “Polutan udara primer, yaitu polutan yang mencapai 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya dapat dibagi menjadi lima, yaitu : Karbonmonoksida (CO), Nitrogenoksida (NO_x), Hidrokarbon (HC), Sulfurdioksida (SO_x) dan Partikel”.

Tekad (2009: 64) menjelaskan bahwa: “Komponen gas buang yang membahayakan yang dihasilkan motor diesel antara lain asap hitam, hidrokarbon yang tidak terbakar (UHC), karbon monoksida (CO), dan oksida nitrogen (NO dan NO₂) serta partikulat yang mengandung timbal. NO dan NO₂ biasa dinyatakan dengan NO_x”. Namun jika dibandingkan dengan motor bensin, gas buang motor diesel mengandung CO dan UHC yang lebih sedikit, demikian juga kadar NO₂ yang dihasilkan sangat sedikit jika dibandingkan dengan NO. Jadi komponen utama gas buang mesin diesel yang membahayakan adalah NO dan asap hitam.

Gas buang mesin diesel sebagian besar berupa partikulat dan berada pada dua fase yang berbeda, namun saling menyatu, yaitu fase padat, terdiri dari residu/kotoran, abu, bahan aditif, bahan korosif, dan fase cair terdiri dari minyak pelumas

tidak terbakar. Gas buang yang berbentuk cair akan meresap ke dalam fase padat, gas ini disebut partikel. Halderman (2012: 71) mengemukakan bahwa “Particulate matter (PM), also called soot, refers to tiny particles of solid or semisolid material suspended in the atmosphere. This includes particles between 0.1 micron and 50 microns in diameter” Dapat diartikan bahwa partikulat memiliki rentang dan ukuran tertentu. Berdasarkan ukurannya, partikel dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

- a. 0,01-10 mm disebut partikel smog/kabut/asap.
- b. 10-50 mm disebut dust/debu.
- c. 50-100 mm disebut ash/abu.

Salah satu emisi motor diesel yang cukup mengkhawatirkan yang masih berhubungan dengan ketebalan asap yaitu terbentuknya kabut asap atau smog yang merupakan gabungan kata smoke dan fog dalam bahasa Inggris. Kabut asap ini berbahaya salah satunya karena dapat menimbulkan gangguan serius pada sistem pernapasan.

Dikutip dari www.batan.go.id yang menyatakan bahwa Oksidan fotokimia adalah polutan primer berupa NO_x dan hidrokarbon (HC) yang dilepaskan dari pabrik dan kendaraan bermotor. Setelah menerima sinar matahari akan mengalami reaksi fotokimia berubah menjadi materi sekunder berupa ozon, dan ini menjadi penyebab terjadinya kabut fotokimia/kabut asap (photochemistry smog). Oksidan fotokimia memiliki sifat pengasaman yang tinggi, dalam konsentrasi tinggi memberikan rangsangan pada mata atau tenggorokan, memberikan pengaruh kepada organ pernafasan, dan juga kepada produk pertanian.

Permasalahan polusi yang disebabkan oleh motor diesel salah satunya adalah adanya asap hitam yang terkandung pada gas buang. Tekad (2009: 64) menjelaskan bahwa “Asap hitam pada

gas buang motor diesel timbul akibat tidak sempurnanya pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Asap hitam membahayakan tidak hanya karena mengeruhkan udara sehingga mengganggu pandangan, tetapi juga karena ada kemungkinan mengandung karsinogen”.

Wakhinuddin (2009: 11, 206) menyatakan bahwa “Pembakaran pada motor diesel sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar yang digunakan, dan asap hitam yang dihasilkan motor diesel merupakan efek dari pembakaran yang tidak sempurna”. Kualitas bahan bakar mempengaruhi opasitas gas buang karena perbedaan angka cetane yang dimiliki dapat menentukan kualitas pembakaran dalam motor diesel. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no.35 tahun 1993 mengenai emisi gas buang motor diesel menyatakan bahwa batas maksimal untuk opasitas gas buang motor diesel adalah 25% pada posisi percepatan bebas (putaran idle). Standar uji emisi opasitas gas buang motor diesel menggunakan standar internasional (SI) dengan satuan %.

Pengujian gas buang mesin diesel (asap) dimaksudkan untuk mengukur kepekatan asap yang dihasilkan oleh pembakaran dalam mesin. Permen LH no. 5 tahun 2006 halaman 1 menyatakan bahwa: “Opasitas adalah perbandingan tingkat penyerapan cahaya oleh asap yang dinyatakan dalam satuan persen”. Sedangkan Moch. Setyadji dan Endang Susiantini berpendapat bahwa: “Opasitas adalah tingkat kegelapan dan tembus pandang tidaknya suatu emisi gas buang. Semakin tinggi opasitasnya, artinya semakin tinggi persentase tidak tampaknya suatu benda akibat emisi gas buang”.

C. Metode penelitian.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan antara dua perlakuan berbeda pada satu objek yang sama, oleh sebab itu penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Desain

penelitian ini tergolong penelitian eksperimen pre-test and post-test group design. Instrument penelitian yang digunakan adalah:

1. 1 unit motor diesel Mitsubishi L300 tahun 2010.
2. Tachometer, untuk mengukur putaran kerja mesin.
3. Tool box, digunakan sebagai alat untuk membongkar pasang bagian-bagian yang diperlukan.
4. Smoke opacimeter, untuk mengukur tingkat kepekatan gas buang motor diesel.
5. Stopwatch, untuk menghitung waktu yang dibutuhkan.
6. Solar dan pertamina DEX, sebagai bahan bakar motor diesel.
7. Tabel hasil pengukuran, untuk memuat sementara data-data yang didapatkan dari pengujian.

Pengujian dilakukan di bengkel Toyota Auto2000 Bypass padang pada 1 unit motor diesel Mitsubishi L300 tahun 2010.

1. Sebelum pengujian dilakukan, motor diesel yang digunakan dikalibrasi sesuai standar dari pabrikan tanpa ada ubahan atau modifikasi apapun.
2. Pengujian awal dilakukan dengan menggunakan solar sebagai bahan bakar, kemudian diuji pada berbagai putaran mesin masing-masing selama 60 detik diantaranya: pada 800 rpm, 1400 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, akselerasi I dari 800-1400 rpm, dan akselerasi II dari 2000-3000 rpm.
3. Pengujian yang kedua dengan menggunakan bahan bakar pertamina DEX, diuji pada putaran mesin dan waktu yang sama seperti sebelumnya, yaitu: pada 800 rpm, 1400 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, akselerasi I dari 800-1400 rpm, dan akselerasi II dari 2000-3000 rpm.

Tata cara pengujian ketebalan gas buang yang akan dilakukan berdasarkan Permen LH no. 5 tahun 2006 yaitu:

1. Kendaraan yang akan diukur harus diparkir pada posisi datar.
2. Pipa gas buang (knalpot) tidak bocor.

3. Temperatur oli mesin normal 60⁰ sampai dengan 70⁰ C atau sesuai dengan rekomendasi manufaktur.
4. Sistem aksesoris (AC, tape, lampu) dalam kondisi mati.
5. Kondisi temperatur tempat kerja pada 20⁰ sampai dengan 35⁰ C.
6. Pastikan bahwa alat smoke opacimeter dalam kondisi telah terkalibrasi.
7. Hidupkan sesuai prosedur pengoperasian (sesuai dengan rekomendasi manufaktur alat uji).
8. Naikkan (akselerasi) putaran mesin hingga mencapai 2.900 rpm sampai dengan 3.100 rpm kemudian tahan selama 60 detik dan selanjutnya kembalikan pada kondisi idle.
9. Masukkan probe alat uji ke pipa gas buang sedalam 30 cm, bila kurang dari 30 cm maka pasang pipa tambahan.
10. Injak pedal gas maksimum (full throttle) secepatnya hingga mencapai putaran mesin maksimum, selanjutnya tahan 1 hingga 4 detik. Lepas pedal gas dan tunggu hingga putaran mesin kembali stationer. Catat nilai opasitas asap.
11. Ulangi langkah h-j ini minimal tiga kali.
12. Catat nilai persentase rata-rata opasitas asap dari langkah h-j dalam satuan persen (%) yang terukur pada alat uji.

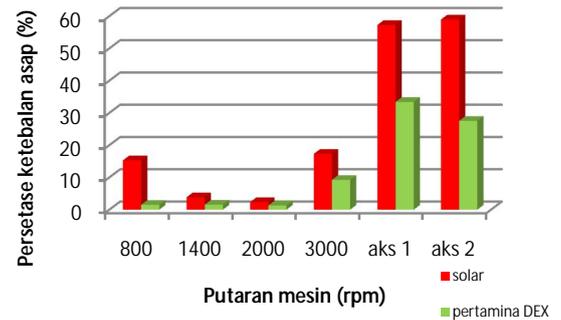
D. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan di bengkel Toyota Auto 2000 cabang Bypass Padang pada tanggal 27 Desember 2013. Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Ketebalan Asap Buang Motor Diesel Mitsubishi L300 Tahun 2010

TINGKAT KETEBALAN ASAP BUANG (%)								
PUTARAN MESIN (RPM)	BAHAN BAKAR						D (X-Y)	D ² (X-Y) ²
	SOLAR			PERTAMINA DEX				
	P1	P2	Rata-rata (X)	P1	P2	Rata-rata (Y)		
800	12,1	18,5	15,3	1,7	1,3	1,5	13,800	190,440
1400	3	4,7	3,85	1,5	1,6	1,55	2,300	5,290
2000	2,4	2,3	2,35	2	0,6	1,3	1,050	1,103
3000	21,4	13,2	17,3	10,1	8,4	9,25	8,050	64,803
AKS I	51,1	63,4	57,25	35,3	31,5	33,4	23,850	568,823
AKS II	44,4	73,5	58,95	13,7	41,4	27,55	31,400	985,960
	134,4	175,6	155	64,3	84,8	74,55	80,450	1816,418
RATA-RATA (M)	22,4	29,26	25,833	10,71	14,13	12,42	13,408	302,736

Untuk melihat lebih jelas, maka data dalam tabel tersebut disajikan dalam bentuk grafik di bawah ini:



Gambar 2. Grafik Perbandingan Tingkat Ketebalan Asap Buang Motor Diesel Mitsubishi L300 Tahun 2010 dengan Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Pertamina DEX.

Grafik yang berwarna merah menunjukkan tingkat ketebalan asap buang yang menggunakan solar sebagai bahan bakar. Tingkat ketebalannya sangat tinggi, terutama ketika akselerasi 1 dan 2. Ketebalan asap paling rendah ketika menggunakan bahan bakar solar ada pada posisi 2000 rpm dengan angka 2,35 %. Pada posisi idle sendiri ketebalan asapnya juga rendah, dan masih dalam batas aman untuk emisi ketebalan asap motor diesel.

Grafik yang berwarna hijau menunjukkan tingkat ketebalan asap buang yang dihasilkan Mitsubishi L300 tahun 2010 ketika menggunakan bahan bakar Pertamina DEX. Terlihat penurunan yang sangat drastis jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar solar. Penurunan ketebalan gas buang tertinggi adalah ketika posisi akselerasi II dengan penurunan sebesar 31,4 %. Pada posisi idle sendiri jika dibandingkan dengan ketika menggunakan solar, Pertamina DEX masih unggul dengan tingkat ketebalan asap yang sangat rendah hanya 1,5 %, jauh di bawah batas standar batas emisi ketebalan asap. Ketebalan asap paling rendah dihasilkan ketika mesin pada posisi putaran menengah, yaitu 2000 rpm, baik ketika menggunakan bahan bakar solar maupun Pertamina DEX.

Data-data yang telah didapat tersebut akan diolah menggunakan rumus statistik untuk mengetahui

seberapa besar pengaruh penggunaan kedua jenis bahan bakar terhadap ketebalan asap buang motor diesel Mitsubishi L300 tahun 2010. Rumus uji t yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$= \frac{D}{M_D} \dots\dots\dots(\text{Anas Sudijono, 2006:305})$$

Keterangan:

- : Harga t untuk sampel berkorelasi
- M_D : Mean of Difference, nilai rata-rata hitung dari beda/selisih antara skor variabel I dan variabel II.
- SEM_D : Standard Error (standar kesesatan) dari Mean of Difference.

Dari tabel data hasil pengujian diketahui bahwa:

$$N = 6 \qquad D = 80,45$$

$$D^2 = 1816,418 \qquad MD = 13,408$$

Menentukan nilai standar deviasi (SDD) dari perbedaan antara skor variabel X dan Y yang dapat diperoleh dengan rumus:

$$\begin{aligned} SDD &= \frac{D}{N} - \left(\frac{D}{N}\right) \\ &= \frac{1816,418}{6} - \left(\frac{80,45}{6}\right) \\ &= 11,088 \end{aligned}$$

Menentukan nilai standard error atau standar kesesatan (SEM_D) dari mean of difference (M_D) dengan rumus:

$$= \frac{SEM_D}{\sqrt{N}} = \frac{11,088}{\sqrt{6-1}} = 4,959$$

Langkah terakhir adalah menentukan harga to:

$$\begin{aligned} &= \frac{2,703}{1} = 2,703 \\ &= 2,703 - 1 = 6 - 1 = 5 \end{aligned}$$

Dari hasil penghitungan menggunakan rumus uji t di atas, didapat hasil t_o atau t_{hitung} sebesar 2,703. Dengan df sebesar 5, maka nilai t tabel pada taraf signifikansi 5% adalah 2,57 (lihat pada lampiran 7). Jika dibandingkan, maka nilai t_{hitung} lebih besar daripada nilai t tabel yaitu $2,703 > 2,57$. Hal ini

menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada penggunaan pertamina DEX terhadap ketebalan asap buang motor diesel Mitsubishi L300 tahun 2010 yang diterima pada taraf signifikansi 5%.

E. Simpulan dan Saran

Berdasarkan pengolahan dan analisis data dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Rata-rata ketebalan asap buang yang dihasilkan motor diesel Mitsubishi L300 tahun 2010 ketika menggunakan bahan bakar solar adalah 25,833% untuk setiap putaran mesin yang diujikan. Sedangkan ketika menggunakan pertamina DEX, rata-rata ketebalan asap yang dihasilkan adalah 12,425% untuk setiap putaran mesin.
2. Ketika menggunakan bahan bakar pertamina DEX, maka penurunan tingkat ketebalan asap buang yang dihasilkan motor diesel Mitsubishi L300 adalah sebesar 13,408% dibanding ketika menggunakan solar. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas bahan bakar dan angka cetane berperan besar dalam menentukan kualitas pembakaran dan emisi yang dihasilkan motor diesel Mitsubishi L300 tahun 2010.
3. Hasil penghitungan data menggunakan uji t menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada penggunaan bahan bakar pertamina DEX terhadap tingkat ketebalan gas buang motor diesel Mitsubishi L300 tahun 2010. Hasil t_{hitung} (2,703) lebih besar dari t_{tabel} (2,57), hal ini menunjukkan hipotesis (H_1) yang diajukan diterima pada taraf signifikansi 5%.

Beberapa saran yang dapat peneliti berikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Bagi masyarakat khususnya para pemilik kendaraan bermotor diesel yang berdomisili di kota-kota yang telah tersedia bahan bakar pertamina DEX di SPBU sebaiknya selalu memperhatikan kualitas bahan bakar yang digunakan, karena sangat mempengaruhi tingkat

- ketebalan asap pada emisi motor diesel. Sehingga nantinya diharapkan timbul kesadaran untuk mengurangi pencemaran terhadap lingkungan, khususnya yang bersumber dari kendaraan bermotor.
2. Bagi Pemerintah, sesuai dengan Permen ESDM no 01 tahun 2013 tentang pengendalian BBM bersubsidi supaya lebih intensif dalam mengkampanyekan penggunaan bahan bakar non subsidi seperti Pertamina DEX untuk motor diesel dan menyediakan lebih banyak SPBU yang menjual Pertamina DEX supaya masyarakat lebih mudah mendapatkannya, karena terbukti lebih efektif dalam mengurangi ketebalan asap gas buang yang dihasilkan motor diesel Mitsubishi L300 sehingga selain dapat mengurangi polusi juga dapat menekan penggunaan biaya subsidi bahan bakar.
 3. Bagi peneliti selanjutnya supaya bisa melakukan penelitian yang lebih mendalam, misalkan mengenai kualitas bahan bakar dan performa motor diesel.
 4. Bagi kampus Universitas Negeri Padang supaya lebih melengkapi fasilitas pendukung yang ada agar bisa mendukung dan mempermudah penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian ESDM. (2011). "Publikasi Statistik Minyak Bumi". <http://www.prokum.esdm.go.id>. Diakses tanggal 20 November 2012.
- Bphmigas. (2013). "Pemerintah Sosialisasikan Permen ESDM No 01 Tahun 2013 Tentang Pengendalian Bbm Bersubsidi Tahun 2013". <http://www.bphmigas.go.id>. Diakses tanggal 20 Maret 2013.
- Pertamina. Tanpa Tahun. "Product Pertamina DEX". <http://www.pertamina.com>. Diakses tanggal 20 maret 2013.
- Muhammad Arif. (2012). "Polusi Asap Kendaraan Bermotor". <http://dinkes-sulsel.go.id>. Diakses tanggal 3 November 2012.
- Fardiaz, Srikandi. (1992). Polusi Air & Udara. Yogyakarta: Kanisius.
- Eko Dwi Wibowo. (2010). "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Karbon Monoksia Pada Sepeda Motor Honda Supra X 125 Terhadap Penggunaan Cdi Rextor (Digital Adjustment Cdi). Skripsi tidak diterbitkan. UNP.
- Wakhinuddin S. (2009). Motor Diesel. Padang: UNP Press.
- Pertamina. Tanpa Tahun. "Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)". <http://www.pertamina.com>. Diakses tanggal 20 maret 2013.
- Kartika Candra. (2011). "Penjualan Mobil Mitsubishi Naik 72 Persen". <http://www.tempo.co>. Diakses tanggal 3 Januari 2013.
- Arismunandar, Wiranto. (1988). Penggerak Mula: Motor Bakar Torak. Bandung: ITB.
- Toyota. (1972). Materi Pelajaran Engine Group Step 2. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Philip Kristanto & Rahardjo Tirtoatmodjo. (2000). "Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Masuk Terhadap Kinerja Motor Diesel Tipe 4 JA 1". Jurnal Teknik Mesin (Vol. 2 No. 1). Hlm. 7-14.
- Jekson Turnip. (2009). "Penguujian Dan Analisa Performansi Motor Bakar Diesel Menggunakan Biodisel Dimethyl Ester B-01 Dan B-02". Skripsi tidak diterbitkan. USU.
- Kementerian ESDM. (2013). "Keputusan Direktur Jenderal Migas". <http://www.Prokum.esdm.go.id>. Diakses tanggal 20 Maret 2013.
- Eman & Haryono. (1985). Pengetahuan Mesin-Mesin. Jakarta: Depdikbud
- Fauzan. (2008). "Pengaruh Tekanan Injektor Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Engine Fuso FN527M3L". Skripsi tidak diterbitkan. UNP.

- Ramly Usman. (2000). "Pengaruh Alat "Asap Filter" Terhadap Kadar Kepekatan Asap Kendaraan Bermesin Diesel". Jurnal Teknologi Lingkungan (Vol. 1 No. 2). Hlm. 165-170.
- Tekad Sitepu. (2009). "Kajian Eksprimental Pengaruh Bahan Aditif Octane Booster Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel". Jurnal Dinamis (Vol. 1 No. 5). Hlm. 64-72.
- Halderman, James D. (2012). Automotive Fuel And Emissions Control Systems. New Jersey: Natef.
- Badan Tenaga Nuklir Nasional. "Pengaruh Masalah Lingkungan Global Terhadap Manusia". <http://www.batan.go.id>. Diakses tanggal 1 Februari 2014.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2006). Permen LH No. 5 Tahun 2006 Lampiran Cara Uji Kompresi-Akselerasi II. <http://menlh.go.id>. Diakses tanggal 1 Februari 2014.
- Moch. Setyadji & Endang Susiantini. (2007). "Pengaruh Penambahan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Pada Solar Terhadap Opasitas Dan Emisi Gas Buang CO, CO2 Dan HC". Prosiding PPI - PDIPTN 2007. Hlm 190-200.
- Sudijono, Anas. (2006). Pengantar Statistika Pendidikan. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.