

Analisis Penggunaan Biodiesel Dari Kelapa Sawit Terhadap Kepekatan Asap Pada
Mitsubishi L300

Rudianto, Hasan Maksum, Donny Fernandez

Jurusan Teknik Otomotif FT UNP
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA
bl4ck.sweet25@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan dunia otomotif sangatlah maju, setiap tahunnya jumlah kendaraan pasti terus bertambah. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan akan berdampak pada konsumsi bahan bakar dan meningkatnya polusi yang ditimbulkan oleh kendaraan. Bahan bakar yang digunakan berupa bahan bakar fosil yang bersifat tidak dapat diperbaharui. Penggunaan bahan bakar fosil menyebabkan tingginya pencemaran udara sehingga menurunkan kualitas udara. Untuk mengatasi kedua masalah di atas perlu ada ketersediaan suatu bahan bakar alternative yang ramah lingkungan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Biodiesel adalah bahan bakar alternative yang ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini membandingkan emisi gas buang diesel berupa kepekatan asap dengan menggunakan bahan bakar biodiesel dan kepekatan asap menggunakan bahan bakar fosil (solar).

Hasil uji ketebalan asap buang dilakukan pada putaran mesin 800 rpm, 1500rpm, 3000 rpm. Adapun sampel bahan bakar yang digunakan yaitu bahan bakar fosil (solar) dan bahan bakar biodiesel B10, B30 dan B50. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa ketebalan asap bahan bakar fosil (solar) Rpm 800 : 6,9%, Rpm 1500 : 14,7% dan Rpm 3000 : 12,2%. Ketebalan asap biodiesel B10 Rpm 800 : 6,3%, Rpm 1500 : 12,6% dan Rpm 3000 : 11,4%. Ketebalan asap biodiesel B30 Rpm 800 : 5,4%, Rpm 1500 : 9,1% dan Rpm 3000 : 6,2%. Ketebalan asap biodiesel B50 Rpm 800 : 2,7%, Rpm 1500 : 4,3 dan Rpm 3000 : 2,9%.

Kata kunci— bahan bakar alternatif, biodiesel, ketebalan asap, ramah lingkungan.

The development of the automotive world is very advanced, each year the number of vehicles would continue to grow. With increasing number of kendaraan will have an impact on fuel consumption and increased pollution that ditimbulkan by vehicle. The fuel used in the form of fossil fuels are not renewable. The use of fossil fuels leads to high air pollution that degrade air quality. To address both problems above, there needs to be the availability of an alternative fuel that is eco-friendly as a replacement for fossil fuels. Biodiesel is an alternative fuel that is environmentally friendly. The purpose of this research was to compare diesel exhaust emissions of smoke density using the biodiesel fuel and smoke density using fossil fuels (diesel).

Smoke flue thickness test results conducted on the engines of 800 rpm, 1500rpm, 3000 rpm. As for the sample of fuel used i.e. fossil fuels (diesel) and biodiesel fuel, B10 and B50 B30. From the results obtained that the thickness of the smoke of fossil fuels (diesel) 800 Rpm: 1500

Rpm, 6.9%: 14.7% and 12.2%: 3000 Rpm. The thickness of the biodiesel fumes B10 Rpm 800: 6.3%, 1500 Rpm: 12.6% and 3000 Rpm: 11.4%. The thickness of the B30 biodiesel fumes Rpm 800: 5.4%, 1500 Rpm: 3000 Rpm and 9.1%: 6.2%. The thickness of the biodiesel fumes B50 Rpm 800: 2.7%, 1500 Rpm: 3000 Rpm and 4.3%: 2.9%.

Keyword — alternative fuels, biodiesel, the thickness of the smoke, friendly environment.

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan industri otomotif sangatlah maju, setiap tahunnya jumlah kendaraan bertambah. Dengan seiring bertambahnya jumlah kendaraan akan dibarengi dengan bertambahnya konsumsi bahan bakar dan meningkatnya polusi yang ditimbulkan oleh kendaraan. Di Indonesia masih menggunakan bahan bakar yang berasal dari bahan bakar fosil atau minyak bumi. Hampir semua kendaraan saat ini menggunakan bahan bakar minyak. Dengan terus dieploranya minyak bumi dan sifatnya yang tidak dapat diperbaharui maka persediaan cadangan minyak bumi akan terus menipis dan akan berakibat terjadinya krisis konsumsi energy. Semakin meningkatnya kebutuhan minyak, sedangkan penyediaan minyak semakin terbatas. Untuk memenuhi kebutuhan minyak dalam negeri Indonesia harus mengimpor minyak baik dalam bentuk minyak mentah maupun dalam bentuk produk kilang atau bahan bakar minyak (BBM) seperti minyak solar atau ADO (Automotive Diesel Oil), premium atau bensin, minyak bakar atau FO (Fuel Oil), dan minyak tanah. Semakin meningkatnya import minyak akan semakin berat beban dan biaya yang harus ditanggung pemerintah Indonesia dalam pengadaan minyak dalam negeri. Perlu pertimbangkan penggunaan sumber energi lain selain minyak, untuk mengurangi tekanan

besarnya konsumsi minyak. Minyak solar atau Automotive Diesel Oil (ADO) sebagai salah satu hasil kilang minyak merupakan bahan bakar destilasi menengah (middle destilate) yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan energi khususnya bahan bakar minyak (BBM) untuk bahan bakar disektor transportasi di Indonesia.

Pengembangan biodiesel selain memecahkan problem penyediaan energi di Indonesia maupun dunia, juga merupakan harapan masa datang karena biodiesel berbasis pertanian yang merupakan mata pencaharian 70 % rakyat Indonesia. Biodiesel merupakan bahan bakar dari minyak nabati, lemak hewani yang memiliki sifat menyerupai minyak diesel (solar). Hampir semua komponen bahan kimia yang ada dalam biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan petrodiesel (solar).

Biodiesel tidak mengandung senyawa CO_2 (0 ppm). Walaupun ada nilainya relatif kecil (kurang dari 15 ppm). Emisi karbon monoksida (CO) yang dihasilkan cukup rendah. Biodiesel energi yang terbarukan yang tidak akan habis selama masih ada yang menanam bahan bakunya, ramah lingkungan karena mampu mengeliminasi emisi gas buang dan efek rumah kaca, meningkatkan kesejahteraan rakyat Indonesia karena menyerap tenaga kerja yang banyak, dapat diproduksi oleh

perorangan maupun unit usaha kecil sebab teknologi yang diterapkan sederhana tidak memerlukan teknologi canggih.

Komponen bahan kimia yang ada dalam biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan petrodiesel (solar). Biodiesel tidak mengandung senyawa SO₂ (0 ppm). Walaupun ada nilainya relatif kecil (kurang dari 15 ppm). Emisi karbon monoksida (CO) yang dihasilkan cukup rendah. Emisi gas buang kendaraan bermotor telah menjadi sumber utama pencemaran udara terutama di daerah perkotaan dapat dilihat pada gambar 2. apalagi dengan bertambahnya unit kendaraan bermotor serta buruknya mutu bahan bakar.

Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dari kandungan kimianya tergantung dari cara mengemudi, jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi dan faktor lain yang semuanya membuat pola emisi menjadi rumit. Jenis bahan pencemar yang dikeluarkan oleh mesin dengan bahan bakar bensin maupun solar sebenarnya sama saja, hanya berbeda proporsinya karena perbedaan cara operasi mesin. Secara visual selalu terlihat asap dari knalpot kendaraan bermotor dengan bahan bakar solar yang umumnya tidak terlihat pada kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin.

II. TEORI DASAR

A. Biodiesel

Biodiesel didefinisikan sebagai metil ester atau etil ester dari asam lemak (fatty ester) yang diproduksi dari minyak tumbuhan atau hewan dan memenuhi kualitas untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Biodiesel memiliki sifat menyerupai minyak diesel/solar sehingga dapat menjadi bahan bakar alternatif bagi

mesin diesel baik mesin kendaraan bermotor, kendaraan industri, alat-alat pertanian, genset, serta mesin kapal nelayan. Minyak nabati sebagai sumber utama biodiesel dapat dipenuhi oleh berbagai macam jenis tumbuhan seperti kelapa sawit, jarak pagar, dan lain-lain (Agus : 2008).

Biodiesel bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkyl ester dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarukan seperti minyak sayur atau lemak hewan. Sebuah proses dari transesterifikasi lipid digunakan untuk mengubah minyak dasar menjadi ester yang diinginkan dan membuang asam lemak bebas. Biodiesel memiliki sifat pembakaran yang mirip dengan diesel (solar) dari minyak bumi, dan dapat menggantikan bahan bakar fosil. Biodiesel lebih sering digunakan sebagai penambah untuk diesel petroleum, meningkatkan kualitas bahan bakar diesel.

B. Keunggulan Biodiesel

Produksi dan penggunaan BBM alternatif harus segera direalisasikan untuk menutupi kekurangan terhadap kebutuhan BBM fosil yang semakin meningkat. Biodiesel dapat dibuat dari bermacam sumber, seperti minyak nabati, lemak hewani dan sisa dari minyak atau lemak (misalnya sisa minyak penggorengan). Biodiesel memiliki beberapa kelebihan dibanding bahan bakar diesel petroleum, diantaranya adalah :

1. Merupakan bahan bakar yang tidak beracun dan dapat dibiodegradasi
2. Mempunyai bilangan setana yang tinggi.
3. Mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon dan NO_x.
4. Terdapat dalam fase cair.

Bahan bakar diesel dikehendaki relatif mudah terbakar sendiri (tanpa harus dipicu dengan percikan api busi) jika disemprotkan ke dalam udara panas bertekanan. Tolak ukur dari sifat ini adalah bilangan cetana, yang didefinisikan sebagai % volume n-cetana di dalam bahan bakar

yang berupa campuran n-cetana ($n\text{-C}_{16}\text{H}_{34}$) dan α -metil naftalena ($\alpha\text{-CH}_3\text{-C}_{10}\text{H}_7$) serta berkualitas pembakaran di dalam mesin diesel standar n-cetana (suatu hidrokarbon berantai lurus) sangat mudah terbakar sendiri dan diberi nilai bilangan cetana 100, sedangkan α -metil naftalena (suatu hidrokarbon aromatik bercincin ganda) sangat sukar terbakar dan diberi nilai bilangan cetana nol.

C. Emisi Gas Buang

Menurut Mitsubishi Emission Control System (2) "Gas buang adalah sebutan umum untuk gas buang yang keluar dari pipa pembuangan kendaraan, sebagai akibat dari pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar. Gas buang yang keluar dari pipa saluran pembuangan terdiri dari unsur-unsur yang berbahaya maupun unsur yang tidak berbahaya".

Menurut Toyota Engine Grup Step 2 (1972: 2-9) "Gas buang umumnya terdiri unsur-unsur yang berbahaya maupun unsur yang tidak berbahaya. Emisi gas buang yang tidak beracun adalah nitrogen (N), oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O) sedangkan gas buang yang beracun adalah karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen monoksida (NO_x) dan partikulat molekul (PM). Berdasarkan beberapa pendapat yang telah dikemukakan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa Emisi gas buang adalah hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara didalam ruang bakar yang menghasilkan unsur-unsur yang berbahaya maupun tidak berbahaya yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan.

D. Kepekatan Asap

Menurut Winerta (2011) "Kepekatan asap/opasitas merupakan karbon yang

terbentuk semasa pembakaran bahan bakar di dalam mesin diesel yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kekurangan udara (air starvation), beberapa kerusakan mekanik seperti kerusakan atau macetnya injektor, penggunaan bahan bakar dengan titik didih tinggi, engine overload, atau kelebihan bahan bakar pada mesin karena pengabutan yang buruk dan penggunaan bahan bakar dengan kualitas yang rendah. Asap hitam membahayakan tidak hanya mengeruhkan udara sehingga mengganggu pandangan membuat mata teriritasi dan dapat menyebabkan sesak napas. Untuk jangka yang lebih lama asap hitam dapat menyebabkan kanker paru- paru".

Menurut Sukoco (2008 : 176) : "Kepekatan asap adalah kemampuan asap untuk meredam cahaya, apabila cahaya tidak bisa menembus asap maka kepekatan asap tersebut dinyatakan 100 persen (%), apabila cahaya bisa melewati asap tanpa ada pengurangan intensitas cahaya maka kepekatan asap tersebut dinyatakan sebagai 0 % (nol persen)".

E. Mekanisme Terbentuknya Asap

Menurut Wiranto Arismunandar (2002: 12) "Terbentuknya karbon-karbon padat (angus) karena butir-butir bahan bakar yang terjadi saat penyemprotan terlalu besar atau beberapa butir terkumpul menjadi satu, maka akan terjadi dekomposisi. Hal tersebut disebabkan karena pemanasan udara pada temperatur yang terlalu tinggi sehingga penguapan dan pencampuran dengan udara tidak dapat berlangsung sempurna. Saat dimana terlalu banyak bahan bakar yang disemprotkan maka terjadinya angus tidak dapat dihindarkan".

Menurut Dody Darsono (2010 : 11) "Partikulat dihasilkan oleh adanya residu bahan bakar yang terbakar dalam ruang bakar dan keluar melalui pipa gas buang. Partikel-partikel seperti jelaga, asap dan debu keluar melalui pipa gas buang"

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dengan pendekatan eksperimen merupakan penelitian yang

digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali". Penelitian ini menggunakan model eksperimen *pretest-posttest control group design*.

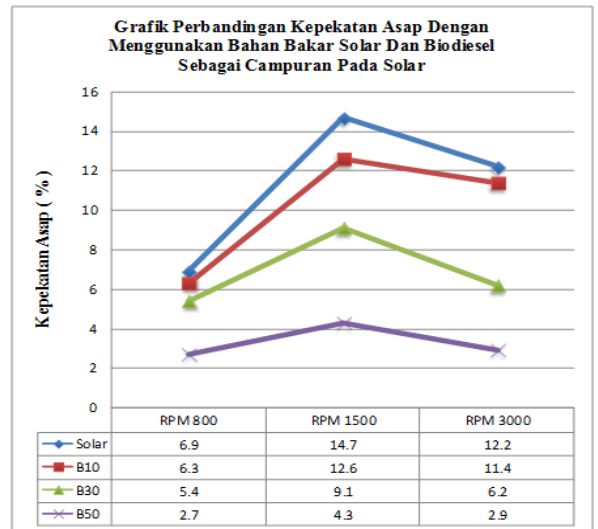
Pada penelitian ini, bahan bakar solar digunakan sebagai bahan bakar Mitsubishi L300 sebagai pengujian tanpa perlakuan. Selanjutnya dilakukan pengukuran kepekatan asap. Biodiesel B10 yaitu 10% biodiesel murni dicampur dengan 90% solar murni, biodiesel B30 yaitu 30% biodiesel murni dicampur dengan 70% solar murni, biodiesel B50 yaitu 50% biodiesel murni dicampur dengan 50% solar murni yang digunakan sebagai bahan bakar Mitsubishi L300 sebagai pengujian yang diberi perlakuan. Selanjutnya dilakukan pengukuran kepekatan asapnya. Penelitian ini dilakukan di Dinas PerhubunganKominfo Kota Payakumbuh.

III. HASIL PENGUJIAN

A. Data Hasil Pengujian kepekatan asap pada mesin diesel Mitsubishi L300.

Putaran Mesin (Rpm)	Tingkat Ketebalan Asap (%) Dalam Waktu 1 menit (60 detik)										
	Bahan Bakar Solar			Biodiesel B10			Biodiesel B30			P1	
	P1	P2	X	P1	P2	X	P1	P2	X		
800	7,12	6,69	6,9	6,23	6,37	6,3	5,28	5,52	5,4	3,15	
1500	14,38	15,10	14,7	12,39	12,85	12,6	8,84	9,45	9,1	4,54	
3000	12,26	12,11	12,2	11,34	11,43	11,4	6,24	6,15	6,2	2,74	

B. Grafik hasil pengujian kepekatan asap.



IV. PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai, yaitu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh campuran bahan bakar biodiesel berbasis kelapa sawit pada solar terhadap ketebalan asap buang pada Mitsubishi L300 diesel. Berdasarkan hipotesis dalam penelitian yaitu terdapat pengaruh yang signifikan penambahan biodiesel pada solar. Semakin besar campuran biodiesel pada solar semakin tipis opasitas/asap buang pada Mitsubishi L300 diesel. Setelah dilakukan uji statistik dengan persamaan *t test*, didapatkan perbedaan kepekatan asap yang signifikan pada masing-masing campuran bahan bakar biodiesel pada solar dengan putaran mesin yang berbeda-beda pada setiap putarannya dan semakin besar campuran biodiesel pada solar semakin tipis asap buang yang dihasilkan. Pada campuran biodiesel B10 setelah dilakukan analisis data terdapat hasil yang tidak signifikan, karena bahan bakar solar yang ada didalam pompa bahan bakar masih banyak dan campuran bahan bakar biodiesel belum tercampur dengan sempurna.

Ketebalan asap buang terjadi karena komponen dari bahan bakar yang tidak ikut terbakar. Selain mengganggu pandangan karena kehitaman dan kepekatan asapnya, juga bersifat karsinogenis (penyebab kanker), mengurangi fungsi ozon menahan sinar inframerah matahari yang dapat meningkatkan kematian. Peningkatan dan penurunan ketebalan asap buang pada penelitian ini disebabkan karena angka cetana dan kandungan oksigen yang ada pada biodiesel. Jika dilihat dari segi angka cetana bahan bakar biodiesel murni berbasis kelapa sawit memiliki angka cetana 62, hal ini berbeda dengan solar yang memiliki angka cetana 48. Menurut Wakhinuddin S (2009 : 18) menyatakan : “kemudahan penyalaan bahan bakar motor diesel dengan terbakar sendiri disebut kualitas penyalaan. Kualitas penyalaan ditentukan oleh angka cetana bahan bakar. Angka cetana bahan bakar motor diesel kecepatan tinggi semestinya 50-60. Angka cetana dibawah 40 menghasilkan gas buang berasap”.

Angka cetana merupakan faktor yang mempengaruhi mudah atau tidaknya bahan bakar terbakar, semakin tinggi angka cetana semakin pendek waktu penundaan penyalaan. Jika semakin rendah angka cetananya maka bahan bakar tersebut tidak bisa terbakar dengan sendiri sehingga terjadi ignition delay yaitu keterlambatan pembakaran. Sisa-sisa bahan yang tidak terbakar dalam proses pembakaran tersebut yang menjadi asap. Campuran biodiesel pada solar bertujuan untuk meningkatkan angka cetana. Semakin banyak campuran biodiesel pada solar maka angka cetananya semakin tinggi dan mengurangi bahan bakar yang tidak terbakar pada proses pembakaran

sehingga akan menurunkan kadar emisi yang dihasilkan termasuk ketebalan asap buang. Hal ini sesuai dengan teori, Mitsubishi Emission Control menyatakan “kepekatan asap pada engine diesel dipengaruhi oleh mutu solar (terlalu kental), *injection pump* (tekanan solar rendah), kondisi nozzle (ukuran molekul solar yang disemprotkan kasar), injection timing tidak tepat, dll”.

Berdasarkan penelitian sebelumnya menggunakan bahan bakar biodiesel B30 ketebalan asap buang terjadi penurunan sebesar 2% dimana dengan menggunakan biodiesel B30 ketebalan asap buang 14% sedangkan dengan menggunakan solar 16% (Beni Satria : 2007). Perbandingan ketebalan asap buang pada motor diesel 4 langkah yang menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel B10 dan B20 berbasis minyak kelapa sawit, minyak jarak pagar dan minyak kelapa. Ketebalan asap buangnya yaitu : 1,05% untuk B10 kelapa sawit, 0,95% untuk biodiesel B20 kelapa sawit, 0,85% untuk biodiesel B10 kelapa, 0,55% untuk biodiesel B20 kelapa, 0,45% untuk biodiesel B10 jarak pagar, 0,3% untuk biodiesel B20 jarak pagar (Oki Musallah : 2012). Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dikemukakan diatas dan yang membedakan penelitian diatas dengan penelitian ini yaitu penelitian diatas hanya menggu bahan bakar biodiesel B10 dan B20 dan objek penelitiannya satu unit mobil isuzu panther. Pada penelitian ini menggunakan bahan bakar biodiesel B10, B30, B50 dan objeknya satu unit mobil Mitsubishi L300 diesel.

A. Analisa data hasil penurunan kepekatan asap dengan menggunakan uji t.

Bahan bakar	Hasil perhitungan	Signifika/tidak signifi
Solar - biodiesel	$t_{hitung} = 2,99 > t_{tabel} = 2,920$	Signifikan

Berdasarkan tabel analisa data hasil penurunan kepekatan asap pada mesin diesel menggunakan uji t pada setiap putaran di dapat t_{hitung} dan dibandingkan dengan t_{tabel} . Dari analisa data yang dilakukan dapat disimpulkan terdapat penurunan kepekatan asap yang signifikan pada taraf signifikansi 5%

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data penelitian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, yaitu tentang pengaruh penggunaan bahan bakar biodiesel terhadap kepekatan asap pada Mitsubishi L300 ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh yang signifikan penambahan biodiesel pada solar, semakin besar campuran biodiesel pada solar semakin tipis opasitas/asap buang Mitsubishi L300 diesel.
2. Bahan bakar biodiesel merupakan bahan yang ramah lingkungan. Bahan bakar biodiesel bisa menurunkan emisi gas buang berupa kepekatan asap. Hasil penelitian pengujian campuran bahan bakar biodiesel pada solar terhadap kepekatan asap pada Mitsubishi L300 diesel. Pada campuran bahan bakar biodiesel B10 kepekatan asap menurun 10,3% dibandingkan dengan bahan bakar solar. Campuran bahan bakar biodiesel B30 kepekatan asap menurun 38,7% dibandingkan dengan bahan bakar solar. Pada campuran bahan bakar biodiesel B50 kepekatan asap menurun 70,7% dibandingkan dengan bahan bakar solar.

REFERENSI

Agus Sugiyono.(2012). “Data Historis Konsumsi Energi dan Proyeksi Permintaan-Penyediaan Energi di Sektor Transportasi”.

<http://www.researchgate.net>. Diakses tanggal 19 oktober 2014.

Arismunandar, Wiranto.(1988). *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Bandung : ITB.

Bode Hayanto.(2002). “*Bahan Bakar Alternatif Biodiesel*”. Usu : digitized.

Beni Satria.(2007). “*Analisis Penggunaan Biodiesel B30 Dan Solar Pada Motor Diesel Empat Langkah Terhadap Pemakaian Bahan Dan Ketebalan Asap Buang*”. Padang : Universitas Negeri Padang

Candra.(2014). *Polusi jalanan*. <http://ilmukesmas.com>. Diakses tanggal 20 oktober 2014.

Gay.L.R.(1987). *Educational Research.Ohio* : Merril publishing Company.

Hasmo Sadewo.(2012). “*Analisis Kebijakan Mandatory Pemanfaatan Biodiesel Di Indonesia*”. Jakarta : Universitas Indonesia.

Ilyas Rochani.(2009). “*Pengaruh Penambahan Injeksi Udara Pada Knalpot Mesin Diesel 6 Silinder Daya 180 HP Untuk Mengurangi Opasitas Gas Buang*”. Yogyakarta : Politeknik Negeri Semarang.

Mathur L R. P Sharma.(1980). *A Course In Internal Combustion Engine*. Delhi : Rai & Sons.

Mitsubishi. *Spesifikasi Mitsubishi L300 Pick Up*. <http://www.mitsubishisurabaya.com>. Diakses tanggal 17 Oktober 2014.

Moch Setyadji.(2007). “*Pengaruh Penambahan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Pada Solar Terhadap Opasitas Dan Emisi Gas Buang CO,CO2 Dan HC*”. Yogyakarta : Batan.

Oberlin Sijabat.(2013). “Pengaruh Teknik Pencampuran Biodiesel Dengan Metode Splash Terhadap Kerja Kendaraan Bermesin Diesel”. Jakarta : Lemigas.

Oki Musallah.(2012). “Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Dan Ketebalan Asap Buang Pada Motor Diesel Langkah (B10 Dan B20) Berbasis Minyak Kelapa Sawit Minyak Jarak Pagar Dan Minyak Kelapa”. Padang : Universitas Negeri Padang.

PT Kramayudha Tiga Berlian Motors. *Mitshubishi Emission Control*, PT Kramayudha Tiga Berlian Motors Market Strategy And After Sales Division.

Putra Sofyan.(2012). *Panduan Membuat Sendiri Bensin dan Solar*. Yogyakarta : pustaka baru press.

Sunarsip.(2007). “Belajar Dari Pengembangan Biofuel di Negara Lain”. <http://www.iei.or.id/publicationfiles>. diakses tanggal 19 oktober 2014.

Sukoco & Zainal Arifin.(2008). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung : Alfabeta

Sugiyono.(2010). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.

Syamsudin.(2010). *Membuat Sendiri Biodiesel*. Yogyakarta : C.V Andi.

Tim Penyusun UNP.(2011). *Panduan Penelitian Tugas Akhir/Skiripsi Universitas Negeri Padang*. Padang : Universitas Negeri Padang.

Tekad Sitepu.(2009). “Kajian eksperimental pengaruh bahan aditif octane booster terhadap emisi gas buang pada mesin diesel”. Medan : Universitas Sumatra Utara.

Toyota.(1972). *Materi Pelajaran Engine Group Step 2*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor.

Wakhinuddin.(2012). “Motor Diesel”. Padang : UNP Press

Winerta.(2011). “Penyebab Asap hitam pada motor diesel”. <https://wimerta.com>. Diakses pada tanggal 19 oktober 2014.

Zainal Arifin.(2012). “Perkembangan Teknologi Kendaraan Bermotor”. Yogyakarta : kementerian perhubungan badan pengembangan sumber daya manusia perhubungan pusat pengembangan sumber daya manusia perhubungan darat. Materi Diklat PKB