

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN PIPA KATALIS *HYDROCARBON CRACK SYSTEM* TERHADAP PENGHEMATAN BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA MOBIL KIJANG SUPER 1500 CC

Samsudi Raharjo¹⁾, Solechan²⁾

Prodi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Semarang

samraharjo2@gmail.com

Abstrak

Memiliki kendaraan dengan bahan bakar yang irit merupakan salah satu faktor utama konsumen menentukan pilihan membeli mobil atau kendaraan, ini disebabkan harga bahan bakar yang semakin melambung. Sekarang untuk minyak mentah *Light Sweet* menyentuh harga setinggi US\$ 122,17 per barrel dengan harga eceran per liter untuk bahan premium Rp 6.500 Per liter, pertamax Rp 9.050 per liter dan pertamax plus Rp 9.450 per liter. Maka perlu inovasi pembuatan alat untuk penghematan bahan bakar yang tujuannya untuk menaikkan kinerja mesin, mengurangi emisi gas buang dan mengurangi resiko kerusakan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah membuat alat penghemat BBM memakai metode *hydrocarbon crack system (HCS)* menggunakan pipa katalis untuk menghemat bahan bakar dan emisi gas buang. Metode penelitian menggunakan variabel bebas dengan mengatur putaran mesin, panjang pipa katalis dan volume pertamax untuk mengetahui pengaruh penghematan BBM, temperatur mesin, kebisingan, dan emisi gas buang. Selain itu menganalisa kinerja juga efisiensi mobil Kijang Super 1500 cc sebelum dipasang dan sesudah HCS. Hasil uji HCS sangat efektif dipakai untuk power supelmen kendaraan bermotor sebagai penghemat bahan bakar yang mampu menghemat minimal 50% sampai 70% bahan bakar. Sebelum memakai pipa katalis waktu performa mesin 3: 57 menit, temperatur mesin 65°C, kebisingan 79 db dan emisi gas buang masih diatas nilai batas yang diizinkan, setelah menggunakan pipa katalis menjadi waktu performa mesin 6:03, temperatur naik 75°C, kebisingan dan emisi gas buang sesuai standar nilai emisi gas buang yang diizinkan. Metode HCS mampu menghemat BBM 62% dan menurunkan kadar emisi gas buang dengan peningkatan panjang pipa katalis dan volume pertamax.

Kata kunci: bahan bakar, gas, *hydrocarbon crack system*, mesin, pipa katalis.

1. PENDAHULUAN

Memiliki kendaraan dengan bahan bakar yang irit merupakan salah satu faktor utama konsumen menentukan pilihan membeli mobil, ini disebabkan harga bahan bakar yang semakin melambung tinggi. Minyak mentah *Light Sweet* menyentuh harga setinggi US\$ 122,17 per barrel (Metronews, 2011). Harga eceran per liter untuk bahan bakar jenis premium Rp 6.500 Per liter, pertamax Rp 9.050 per liter dan pertamax plus Rp 9.450 per liter (Kompas, 2013). Harga bahan bakar yang tinggi menjadikan masyarakat Indonesia membuat inovasi berkaitan dengan penghematan bahan bakar.

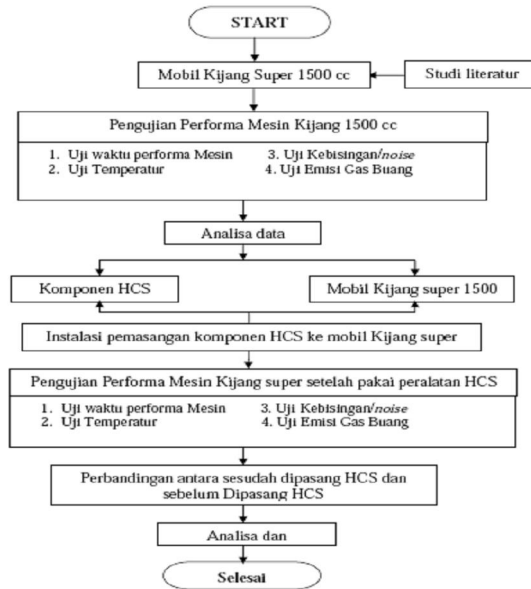
Inovasi-inovasi berkaitan penghematan bahan bakar telah dilaksanakan, misalkan metode booster, magnetik dan power arus yang tujuannya untuk menaikkan kinerja mesin. Tetapi ada kekurangan yaitu mesin *over heating*, *over vibration*, *over noise* dan yang paling parah bisa mengakibatkan mesin pecah (Suzuki Indonesia, 2012). Berkaitan dengan keuntungan dan kerugian, sekarang ini banyak ilmuwan atau peneliti melakukan simulasi-simulasi dengan pemanfaatan hidrokarbon yang terdapat pada premium dan pertamax. Hidrokarbon yang terdapat pada bahan bakar dipecah menjadi atom hidrogen (H₂) dan karbon (C) dengan menggunakan pipa katalis yang dipanaskan dari exhaust knalpot dan panas blok mesin, sistem ini disebut juga dengan *Hydrocarbon crack System (HCS)* (www.forum.detik.com).

HCS sangat efektif dipakai untuk power supelmen kendaraan bermotor sebagai penghemat bahan bakarnya (www.gassavers.org). Hidrogen diambil dari bahan bakar premium atau pertamax dan hanya membutuhkan 5 sampai 10% dari tangki kendaraan yang mampu menghemat minimal 50% sampai 60% bahan bakar (Roy Union, 2004). Prosentase penghematan tergantung diameter, panjang pipa katalis, volume uap dan aliran uap hidrokarbon (David, 2012). Besarnya volume hidrokarbon menjadikan terbakarnya bahan bakar secara sempurna, otomatis akan mengurangi emisi gas buang (IMO,1998).

Penjelasan diatas menjadikan inspirasi untuk melakukan penelitian. Dengan memanfaatkan bekas pipa tembaga kondensor AC (*air conditioner*) yang sudah rusak digunakan sebagai pipa katalis dalam sistem HCS. Diharapkan pemasangan HCS dapat menghemat bahan bakar melebihi 60% untuk mengatasi kenaikan bahan bakar minyak (BBM) yang dimulai 22 Juni 2013 (kompas, 2013) dan mengurangi emisi kendaraan bermotor sesuai Buku Mutu Emisi (BME).

2. METODE PENELITIAN

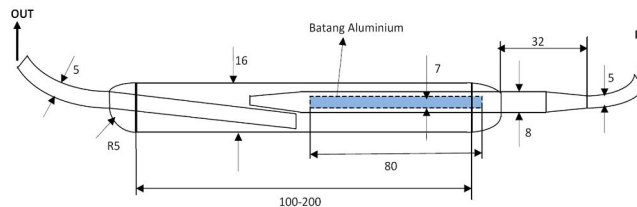
Uraian langkah-langkah penelitian dapat dijabarkan ke dalam diagram alir penelitian pada Gambar 1.1 sebagai berikut.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Bahan Penelitian

Pipa katalis dari pipa tembaga bekas kondensor AC dengan diameter pipa 16 mm. Bagian dalam pipa katalis diisi batang aluminium yang diameter 7 mm. Desain pipa katalis HCS ditunjukkan pada Gambar 1.2a, dan Gambar 1.2b. Bahan pendukung lainya yaitu premium dan pertamax sebagai bahan bakar mobil Kijang Super 1500 cc. pertamax di tamping di reservoir kapasitas 1.200 ml yang terbuat dari aluminium.



Gambar 1.2a Desain pipa katalis HCS



Gambar 1.2b Desain pipa katalis HCS

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Waktu Performa Mesin

Hasil pengujian waktu performa mesin pada putaran idle atau 700 rpm menggunakan bahan bakar premium 100 ml pada mobil Kijang Super 1500 cc tahun 1990 dengan variabel tanpa dan menggunakan pipa katalis juga volume pertamax tabung HCS. Terjadi perbedaan yang signifikan sebelum dan setelah dipasang pipa katalis HCS. Sebelum dipasang pipa katalis HCS, waktu performa mesin sangat pendek. Baik pada putaran mesin idle maupun 2500 rpm yaitu 3:57 menit dan 1:35 menit. Waktu performa mesin sangat pendek disebabkan BBM yang dipakai memiliki nilai oktan rendah yaitu oktan 82. Semakin tinggi nilai oktan yang digunakan, semakin besar tenaga kendaraan yang akan dihasilkan dan konsumsi BBM rendah (Suprpto, 2004).

Penambahan panjang pipa katalis HCS dan volume pertamax akan meningkatkan waktu performa mesin, baik pada putaran mesin idle maupun 2500 rpm. Tanpa pipa katalis dengan putaran mesin idle waktu performa mesin 3:57 menit, setelah pada pipa katalis 200 mm. Sedangkan untuk putaran mesin 2500 rpm sampai mengalami peningkatan 62 %. Prosentase penghematan BBM tergantung diameter, panjang pipa katalis, volume uap dan aliran uap hidrokarbon (David, 2012). Semakin panjang pipa katalis dan volume pertamax akan meningkatkan jumlah hidrokarbon dan kemurnian hidrogen dan karbon tanpa kandungan H₂O (Tirtoatmodjo, 2009). Meningkatnya kandungan hidrokarbon BBM dikarenakan suplay dari uap pertamax di tabung HCS. Bahan bakar mobil menggunakan premium dengan rumus kimia C₈H₁₈ di tambah pertamax C₁₀H₂₄

3.2 Temperatur Mesin

Hasil pengujian temperatur mesin pada putaran 2500 rpm pada mobil Kijang Super 1500 cc tahun 1990. Pengujian temperatur setelah mobil di *running* selama 10 menit dengan spot di bodi mesin. Setelah dipasang pipa katalis HCS, temperatur mesin semakin tinggi. Contohnya pipa katalis panjang 200 mm sebesar 121°C. Temperatur mesin pada putaran 2500 rpm yang paling tinggi pada pipa katalis panjang 200 mm, volume pertamax 1500 mm pada pengujian durasi waktu 5 menit sebesar 157 °C . Exhaust knalpot dimanfaatkan untuk memanaskan pipa katalis HCS. Semakin panas dan semakin luas permukaan pipa katalis HCS menjadikan hidrogen dan karbon menjadi lebih murni tanpa kandungan H₂O karena reaksi pipa katalis berlangsung pada suhu 250°C (Mc Ketta, 1978).

3.3 Kebisingan atau Noise

Hasil uji kebisingan mesin pada putaran idle dan 2500 rpm pada mobil Kijang Super 1500 cc tahun 1995 dengan variabel panjang pipa katalis 100 mm, 150 mm, 200 mm dan volume pertamax 1000 ml dan 1500 ml. Hasil uji kebisingan menunjukkan nilai kebisingan paling maksimal 88 dB pada pipa katalis 200 mm. Bertambahnya volume pertamax juga sangat berpengaruh terhadap kebisingan. Menggunakan pipa katalis 100 ml mengalami penurunan nilai kebisingan sebesar 7 % atau 6 dB. Menggunakan pipa katalis 150 mm, kebisingannya stagnan 87 dB. Setelah dipasang pipa katalis 200 mm, kebisingan menurun 86 atau terjadi penurunan 8 % (7dB). Nilai kebisingan menurun setelah dipasang pipa katalis HCS, suplay uap pertamax dari tabung HCS ke premium menjadikan nilai oktan bertambah (Ikhsan, 2010). Nilai oktan tinggi dan rasio kompresi tinggi memperoleh efisiensi yang optimal tanpa detonasi

(*knocking*) dan pembakaran menjadi sempurna (Suprpto, 2004). Semakin panjang pipa katalis dan volume bahan bertambah membuat sistem pembakaran lebih sempurna dan suara mesin lebih halus (*smooth*) (Tirtoatmodjo, 2009).

3.4 Uji Emisi Gas Buang

Unsur gas buang yang di uji meliputi Karbon monoksida (Co), Hidrokarbon (HC), Karbondioksida (CO₂), Oksigen (O₂), lambda dan *Air Fuel Ratio* (AFR). Terjadi perbedaan unsur gas sebelum dan setelah dipasang pipa katalis HCS pada mobil Kijang Super 1500 cc. Diharapkan unsur ini masih dibawah nilai batas emisi yang diizinkan.

3.5 Karbonmonoksida (CO)

Karbon Monoksida (CO) merupakan hasil dari pembakaran yang tidak tuntas yang disebabkan karena tidak seimbang jumlah udara pada rasio udara – bahan bakar (AFR). Nilai CO berdasarkan batas emisi gas buang yang diizinkan maksimal 4,5% (Witoelar, 2006). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebelum menggunakan pipa katalis HCS kandungan Co sebesar 9.88 % pada putaran idle, pada putaran 2500 rpm mengalami penurunan 6.05 %. Unsur Co tanpa katalis masih diatas nilai ambang batas yang diizinkan. Ini dikarenakan rasio udara – bahan bakar (AFR) sangat miskin atau campuran kaya dan nilai oktan rendah, sehingga sulit terbakarnya bahan bakar (Mustafa, 2012). Penyebab lainnya pada kegagalan sistem pengapian dan kebocoran pada saluran *airflow sensor* dan *throttle body* (www.soft7.com).

Setelah dipasang pipa katalis HCS terjadi penurunan kandungan unsur Co, baik pada kecepatan idle maupu 2500 rpm. Penurunan Co juga dipengaruhi dari panjang pipa katalis dan volume pertamax. Pipa katalis 100 mm kecepatan idle kandungan Co sebesar 6.64 % terjadi penurunan 3.24 %. Pipa katalis 150 mm sebesar 4.494 dan pipa katalis 200 mm sebesar 3.432. Hasil Co yang paling baik pada untuk putaran idle dan volume pertamax 1500 ml pada pipa katalis 200 mm sebesar 2.89 %, sedangkan pada putaran 2500 rpm dan volume pertamax 1500 ml pada pipa katalis 200 mm sebesar 1.46 %.

Suplay uap pertamax dari tabung HCS ke premium menjadikan nilai oktan meningkat, apalagi ditambah volume pertamax yang besar yang mampu meningkatkan jumlah unsur hidrogen dan karbon. Nilai oktan yang tinggi menjadikan pembakaran sempurna dan nilai AFR ideal (Suprpto, 2004). Nilai AFR yang ideal 14,7 akan mengurangi emisi gas buang khususnya unsur karbomonoksida (Witoelar, 2006). Kelebihan karbonmonoksida bisa diakibatkan dari filter kotor, choke rusak, kaburator masalah dan setting pelampung terlalu tinggi (www.soft7.com).

3.6 Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon (HC) disebabkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran (Satudju, Dj, 1991). Nilai HC pada mobil tanpa katalis sangat besar. Pada putaran idle sebesar 2.842 ppm dan dan 2500 rpm sebesar 658 ppm. Setelah dipasang pipa katalis dengan panjang 100 mm dan volume petramax 1000 ml pada kecepatan idle mengalami penurunan HC sebesar 1651 ppm, pipa katalis 150 mm sebesar 1456 ppm dan pipa katalis 200 mm sebesar 1350 ppm.. Emisi HC yang dapat ditolerir tanpa *Catalic Converter* (CC) adalah 500 ppm dan untuk mobil yang dilengkapi dengan CC, emisi HC yang dapat ditolerir adalah 50 ppm (Witoelar, 2006). Hasil unsur HC baik tanpa pipa katalis dan menggunakan pipa katalis masih jauh diatas nilai batas ambang yang diizinkan, sehingga mobil ini tidak lolos uji emisi gas buang.

Apabila emisi HC tinggi, menunjukkan ada 3 kemungkinan penyebabnya yaitu CC yang tidak berfungsi, AFR terlalu kaya dan pembakaran tidak sempurna (Satudju, Dj, 1991). Setelah putaran mesin dinaikan menjadi 2500 rpm kandungan HC mengalami penurunan. Pada pipa katalis 100 mm dan volume pertamax 1000 ml menjadi 497 ppm, padahal sebelum diberi pipa katalis sebesar 658 ppm. Bertambahnya panjang pipa katalis mengalami penurunan kadar HC. Pipa katalis 150 mm sebesar 430 ppm dan Pipa katalis 200 mm sebesar 405 ppm. Untuk kandungan HC yang paling rendah pada pipa katalis 200 mm dan volume pertamax 1500 ml sebesar 280 ppm. Kecepatan putaran mesin dapat menurunkan kandungan HC karena loncatan busi yang frekuensinya lebih tinggi dan menjadikan pembakaran sempurna (Arifuddin. 1999). Bertambahnya kandungan hidrogen dan karbon juga menjadi faktor penurun HC (Suprpto, 2004).

3.7 Karbondioksida (CO₂)

Emisi CO₂ berkisar antara 12% sampai 15% yang diizinkan pemerintah (Witoelar, 2006). Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Hasil pengujian nilai karbondioksida. Hasil pengujian unsur CO₂ tanpa pipa katalis pada putaran idle 11,38 %

dan putaran 2500 sebesar 10,07 %, setelah dipasang pipa katalis mengalami kenaikan CO₂ pada pipa katalis 100 mm dan putaran idle 12,25 %, pipa katalis 1500 mm sebesar 12,4 % dan pipa katalis 200 mm sebesar 12,65%. CO₂ yang paling tinggi pada putaran idle yaitu 14,23 % pada pipa katalis 200 mm dan volume pertamax 1500 ml. Kecepatan putaran mesin ditambah menjadi 2500 rpm mengalami kenaikan kandungan CO₂. Pada pipa katalis 100 mm dan volume pertamax 100 ml sebesar 12,35 %, pipa katalis 150 mm sebesar 12,7% dan pipa katalis 200 mm sebesar 13,1 %. Bertambahnya volume pertamax dan panjang pipa katalis dapat meningkatkan kandungan CO₂ (Arifuddin, 1999). Pada pipa 100 mm sebesar 13,35 %, pipa katalis 150 mm sebesar 14,15 % dan pipa katalis 200 mm sebesar 14,80 %.

AFR yang ideal pada berkisar antara 12% sampai 15%. CO₂ (Satudju, Dj, 1991). AFR terlalu kurus atau terlalu kaya, maka emisi CO₂ akan turun secara drastis dan CO₂ terlalu rendah tapi CO dan HC normal, menunjukkan adanya kebocoran exhaust pipe (Witoelar, 2006). Nilai AFR ideal dipengaruhi nilai oktan yang tinggi dan pembakaran sempurna (Suprpto, 2004). Suplay uap pertamax dari tabung HCS menjadikan nilai oktan bertambah karena ada tambahan hidrogen dan karbon. CO₂ rendah pada putaran mesin idle dan tinggi pada putaran tinggi. Sedangkan disebabkan dari internal mesin akibat karburator kotor, idle jet bermasalah dan campuran AFR kaya (www.soft7.com).

3.1 Oksigen (O₂)

Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Normalnya konsentrasi oksigen di gas buang adalah sekitar 1.2 % atau lebih kecil bahkan mungkin 0 % (Satudju, Dj, 1991) Tanpa pipa katalis pada pengujian ini sebesar 5,63 % pada putaran idle dan 2,98 % pada putaran 2500 rpm. Setelah dipasang pipa katalis dengan panjang 100 mm dan volume pertamax 1000 ml kandungan O₂ menurun sebesar 4,96 %, pipa katalis 150 mm sebesar 4,89 % dan pipa katalis 200 mm sebesar 4,85 %. Kecepatan mesin 2500 rpm untuk kandungan unsur O₂ menurun baik pada volume pertamax 1000 ml maupun 1500 ml, dan penurunan ini seiring bertambahnya panjang pipa katalis. Pada pipa katalis 100 mm dan volume pertamax 1000 ml sebesar 2,115 %, pipa katalis 150 mm sebesar 1,955 % dan pipa katalis 200 mm sebesar 1,77%. Setelah ditambah volume pertamax menjadi 1500 ml pada pipa katalis 100 mm sebesar 1,45%, pipa katalis 150 mm sebesar 1,21% dan yang paling rendah pada pipa katalis 200 mm sebesar 1,05%.

O₂ terlalu tinggi disebabkan terjadinya kebocoran pada exhaust sistem dan AFR terlalu kurus (www.soft7.com). Ini terjadi pada mobil tanpa katalis karena nilai oktan rendah dan berpengaruh terhadap pembakaran yang tidak sempurna (Suprpto, 2004). Pada kecepatan putaran mesin tinggi, O₂ mengalami penurunan dan mendekati range yang diizinkan berbeda dengan putaran rendah O₂ mengalami peningkatan. Banyak gangguan-gangguan yang menyebabkan O₂ meningkat yang diakibatkan dari gangguan mesin mulai dari pengapian terganggu, timing terlalu maju, coil mati, celah busi terlalu kecil dan saluran udara tersumbat (www.soft7.com).

4. KESIMPULAN

- 4.1 Bertambahnya panjang pipa katalis dan volume pertamax akan meningkatkan waktu performa mesin dan meningkatkan jumlah hidrogen dan karbon tanpa kandungan H₂O. Otomatis kandungan bahan bakar memiliki nilai oktan tinggi, daya mesin yang lebih besar dan konsumsi bahan bakar rendah sehingga berpengaruh terhadap temperatur mesin, *noise* (kebisingan), dan emisi gas buang mobil yang rendah.
- 4.2 Efisiensi waktu performa meningkat seiring bertambahnya panjang pipa katalis dan volume pertamax. Tingkat penurunan kemampuan menguapnya pertamax di tabung tergantung tingkat nilai oktan. Setelah menempuh jarak 150 km, pertamax di tabung HCS sudah terjadi penurunan kemampuan untuk menguap.
- 4.3 Terjadi perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah dipasang pipa katalis sebesar 52 % pada putaran idle dan 62 % pada putaran 2500 rpm dengan panjang pipa katalis 200 mm dan volume pertamax 1500 ml. Sesuai hipotesis sebelumnya dengan menggunakan pipa katalis HCS dapat menghemat BBM sebanyak 50-70%.

DAFTAR PUSTAKA

- Asher C & Northhington L., 2008., Position statement for measurement of temperature/fever in children. Society of Pediatric Nurses. Diakses dari www.pednurses.org.
- A.S. Seleznev, L. A. Petrov, O. N. Chupakhin, V. I. Kononenko, I. A. Chupova and A. V. Ryabina., 2009., Physicochemical Studies of Systems and Processes Cobaltcontaining catalytic systems alloyed with rare and rare-earth metals as catalysts for synthesis of hydrocarbons from CO and H₂. *Russian Journal of Applied Chemistry*. 82(5), 820-825.
- Arifuddin. 1999., Penggerak mula motor bakar torak, Univ. Gunadarma, Jakarta.
- Arismunandar, Wiranto, 1988, Penggerak Mula Motor Bakar, Bandung, ITB.
- Budinski., 2001, "Engineering Materials Properties and Selection," PHI New Delhi, pp. 517-536.
- Christoph Schmitz, Josef Domagala, Petra Haag. 2006. Handbook of aluminium recycling: fundamentals, mechanical preparation, metallurgical processing, plant design. Vulkan-Verlag GmbH
- Djoko Sutrisno., (2005), "Efisiensi hingga 80 persen dengan menggunakan prinsip ledakan Hidrogen yang terpatik pada api busi untuk menambah hasil pembakaran BBM", Yogyakarta.
- [Dede Sutarya., (2008)., Analisis Unjuk Kerja Thermocouple W3Re25 Pada Suhu Penyinteran 1500 °C., ISSN 1979-2409. No. 01.
- [Daryanto. *Teknik Otomotif*, cetakan ketujuh, PT. Bumi Aksara, Jakarta, 2002
- Djoko Hari Praswanto. 2011. Karakteristik Cu, Pb dan Sn. (Online) <http://litbangtek-mesinitn.blogspot.com/2011/10/karakteristik-cu-pb-dan-sn.html>. Diakses pada 1 Desember 2012.
- David icke.,(2012)., Hydrocarbon Crack System (HCS)., <http://www.baligifter.org/blog/>, David Icke's Official Forums.
- Emel Seran. 2010. *Tembaga Tambang sifat dan Kegunaan*. (Online) <http://wanibesak.wordpress.com/2010/11/07/tembaga-tambang-sifat-dan-kegunaan/>. Diakses pada 1 Desember 2012.
- Farid I. *System Bahan Bakar Trouble Shooting, Pada Mesin Matic*, Universitas Negeri Semarang, Semarang 2005.
- Hirai, T., N. Ikenaga, T.Miyake., and T. Suzuki, "Production of hydrogen by steam reforming of glycerin on ruthenium catalyst", *Energy and Fuels*, 19, 1761-1762 (2005).
- IMO, 1998., Annex VI MARPOL 73/78 Regulation for the Prevention of Air Pollution from Ships and NOx Technical Code. International Maritime Organization, London.
- John R. Brown., 1994, *feseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook* Eleventh edition Revised and edited
- J. Purwosutrisno Sudarmadi., (2007)., Angka Oktan Dan Pencemaran Udara., Jakarta.1821-1829.
- Kabarindo.,(2012)., TNT Express Indonesia; Sosialisasi Pengemudi Ramah Lingkungan., Jakarta., Selasa, 3 Januari 2012-17:12:18
- Ketta Mc, J.J., (1988)., *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, vol 1. Marcell Dekker, New York.
- Keputusan menteri Negara lingkungan hidup no. 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan
- Mustafa Bakeri, Akhmad Syarief, Ach. Kusairi S., analisa gas buang mesin berteknologi efi dengan bahan bakar premium., info teknik, Volume 13 No. 1, Juli 2012., hal 81-90.
- Muhammad dan kawan-kawan., (2007). "Studi Penggunaan Microwave pada Proses Transesterifikasi Secara Kontinyu untuk Menghasilkan Biodiesel". *Malang* 8, 1349-1353.
- Muadi Ikhsan., 2010., Pengaruh jumlah katalisator pada *hydrocarbon crack system (HCS)* dan jenis busi terhadap daya mesin sepeda motor yamaha jupiter z tahun 2008., Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP-UNS., email : woie_muadie@yahoo.com.
- Nasri, 1997., Teknik Pengukuran dan Pemantauan Kebisingan di Tempat Kerja.
- Niels R. Udengaard., (2004)., Hydrogen production by steam reforming of hydrocarbons, Houston, Texas 77058. 49 (2), 906.
- Peraturan Menteri Negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama.

- Roy Union, (2004)., Technical Perspective Hydrogen Boosted Engine Operation., SAE Technical Paper Series 972664), 5 <http://www.hydrogenboost.com>
- Rahardjo Tirtoatmodjo., 2009., Pemanfaatan Energi Gas Buang Motor Diesel Stasioner untuk Pemanas Air., JURNAL TEKNIK MESIN Vol. 1, No. 1, April 1999 : 24 – 29. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra <http://puslit.petra.ac.id/journals/mechanical>
- Sudirman, Urip, 2009, *Hemat BBM dengan Air*, cetakan kedua, Jakarta:Kawan Pustaka
- Saputra satriyo., (2008)., Studi kondisi kimiawi penyebaran PB, debu dan kebisingan di kota Jakarta. Jurnal kajian ilmiah penelitian ubhara jaya vol.9 No.2.
- Suprpto, 2004., Bahan Bakar dan Pelumas., Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Sasongko D.P, A. Hadiarto, Sudharto P Hadi, Nasio A.H, A. Subagyo, 2000, *Kebisingan Lingkungan*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang
- Sastrowinoto, 1985., Penanggulangan Dampak Pencemaran Udara Dan Bising Dari Sarana Transportasi,
- Satudju, Dj, 1991., Studi perencanaan udara kendaraan bermotor di DKI Jakarta,
- [Suzuki Indonesia., (2012)., Mesin Hemat Bahan Bakar dengan Service Berkala., Book Manual Service., vol 2., hal 23-24
- Toyota Training Manual. Engine Group Step 2. Jakarta, 1996
- UNEP., (2008)., Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia – www.energyefficiencyasia.org.
- Wartawan, Anton I. *Bahan Bakar Bensin Otomotif*, cetakan
- William D. Callister, Jr., 2007., *Materials Science And Engineering An Introduction., seven edition.,* New York
- Witoelar. R. 2006. *Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. No 5.
- www.krisbow.com
- www.kr.co.id/web/detail.php (2008).
- www.janggatehnik.com. (2010)
- www.made-in-china.com. (2012).
- www.pipa.logamindonesia.net
- www.mitraenvitech.indonetwork.co.id
- www.soft7.com
- www.metrownew.com. Harga minyak mentah *Light Sweet* naik tinggi.
- www.kompas.co.id. BBM mulai malam ini Naik, bensin Rp.6500 dan solar Rp.5500.
- www.forum.detik.com
- www.gassavers.org
- Yusuf Wibisono., 2002., Toyota Kijang Super [Generasi 3 (A) : 1986-1992 (KF40/KF50)]., Bandung., Sep-Nov 2002., All-Right Reserved.
- Yull Brown., (2008)., sistem elektrolisa untuk memecahkan campuran air destilasi dan soda kue menjadi campuran gas hidrogen-hidrogen-oksigen (HHO) pada motor diesel., hal 24-31