

## DESAIN DAN PEMBUATAN PENGHEMAT BAHAN BAKAR DENGAN METODE *HYDROGEN CRACK SYSTEM* (HCS) PADA MOBIL DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH PIPA TEMBAGA KONDENSOR AIR CONDITIONER (A/C) SEBAGAI KATALIS

**Rubijanto JP<sup>1</sup>, M.Amin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang  
Jl. Kasipah no 12 Semarang 50254 Telp.024 8445768

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang  
Jl. Kasipah no 12 Semarang 50254 Telp.024 8445768  
email : rubijantojp5758@gmail.com

### Abstrak

*Menekan konsumsi bahan bakar (BB) merupakan salah satu upaya mendesak dalam mengatasi keterbatasan BB fosil yang semakin menipis. Upaya yang dilakukan diantaranya penghematan sampai penggantian BB karena teknologi mesin yang umum digunakan mengkonsumsi BB fosil. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat penghemat BB Hydrocarbon Crack System (HCS) pada Pertamina dan mengukur volume sistem HCS optimal, membandingkan efisiensi mesin sebelum dan sesudah dipasangkan HCS. Sistem menggunakan pipa tembaga (Cu) bekas kondensor A/C. Mesin mobil yang digunakan adalah mesin Toyota Kijang super 1,500 cc tahun 1998.*

*Metodologi dalam penelitian ini adalah membuat rancang bangun sistem HCS berbahan pipa tembaga (Cu) kemudian mengaplikasikannya pada mesin dan menguji konsumsi BB, kebisingan, emisi, dan suhu mesin.*

*Hasil dari penelitian menunjukkan penurunan konsumsi BB pada mesin setelah aplikasi sistem katalis HCS. Suhu mesin meningkat tidak signifikan. Angka kebisingan tertinggi pada katalis bervolume paling rendah, putaran non-idle (2,500 rpm) yang tidak signifikan. Pengujian emisi menunjukkan penurunan CO dan HC pada mesin dengan HCS.*

*Kesimpulan dari penelitian ini adalah konsumsi BB berbanding terbalik dengan volume total sistem katalis HCS. Semakin besar volume total HCS akan meningkatkan suhu, kebisingan dan kadar CO dan HC pada gas buang menurun.*

***Kata kunci: Sistem katalis HCS; konsumsi bahan bakar; limbah tembaga***

### Pendahuluan

Menekan konsumsi bahan bakar (BB) kendaraan pribadi merupakan salah satu upaya penting dan mendesak dalam mengatasi keterbatasan sumber daya BB terutama BB fosil yang sumbernya di bumi semakin menipis. Banyak penelitian dilakukan dalam upaya mengurangi konsumsi BB kendaraan yang meliputi penghematan bahkan sampai penggantian BB pada kendaraan berbahan bakar fosil menjadi BB non-fosil. Ini dikarenakan sampai saat ini teknologi mesin yang umum digunakan adalah mesin yang mengkonsumsi BB fosil.

Penelitian ini bertujuan membuat alat penghemat BB dengan memakai sistem *Hydrocarbon Crack System* (HCS) melalui penguraian hidrokarbon yang terkandung dalam BB Pertamina melalui sistem katalis. Bahan baku yang digunakan untuk membuat pipa sistem katalis adalah pipa tembaga (Cu) bekas kondensor *Air Conditioner* (A/C). Diharapkan dengan penggunaan sistem katalis pipa HCS ini dapat mengurangi konsumsi bahan bakar tanpa memberikan dampak negatif pada mesin mobil dan lingkungan. Dalam penelitian ini mesin mobil yang digunakan adalah mesin Toyota Kijang super buatan tahun 1998 dengan kapasitas 1,500 cc.

Secara detail, tujuan dari penelitian ini adalah menentukan hubungan antara panjang dan diameter pipa katalis terhadap konsumsi BB, mengukur suhu kerja mesin, putaran mesin permenit (rpm), kebisingan dan emisi gas buang pada mobil yang diuji. Selain itu penelitian ini juga bertujuan mengukur

volume sistem HCS yang optimal untuk pembakaran yang baik, serta membandingkannya sebelum dan sesudah dipasangkan sistem katalis HCS.

### Peralatan dan Bahan Penelitian

#### Bahan Penelitian

Material penelitian yang digunakan untuk pembuatan *hydrocarbon crack system* (HCS) meliputi :

##### a. Pipa Tembaga

Bahan pipa katalis yang digunakan adalah pipa tembaga limbah pipa kondensor AC.

##### b. Aluminium oksida

$Al_2O_3$  atau alumina digunakan sebagai isolator panas dan elektrik dan berfungsi sebagai pengurai hidrogen (H) dan karbon (C) pada BB dengan memanfaatkan panas knalpot.

##### c. Kawat Nikelin

Kawat nikelin berbentuk saringan atau spiral yang berfungsi untuk menempelkan aluminium oksida.

##### d. Ayakan Stainless Steel (*Stainless Steel Wire Mesh*)

Berfungsi menahan aliran hidrokarbon dan berbentuk sekat-sekat dalam pipa katalis.

##### e. Selang plastik

Digunakan sebagai sarana penghantar gas hidrokarbon dalam sistem HCS.

##### f. Reservoir

Reservoir digunakan untuk menampung BB pertamax yang akan diuraikan dan gas hidrokarbon.

##### g. Kran Plastik

Digunakan untuk mengatur debit aliran hidrokarbon.

##### h. Klem selang

Klam selang berfungsi untuk mengikat selang plastik guna mencegah kebocoran.

#### 4.1.2. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan dan pengujian HCS yaitu :

##### a. Kijang Super 1500 cc

Digunakan sebagai spesimen aplikasi sistem katalis.

##### b. *Cutting Copper Tubing*

digunakan sebagai pemotong pipa tembaga.

##### c. *Bending Copper Tubing*

Digunakan untuk membengkokkan pipa tembaga agar diperoleh hasil bengkokkan yang tepat dan rapi.

##### d. *Brazing Copper Tubing*

Digunakan untuk untuk menyambung pipa atau menutup kebocoran pada temperatur 600–800°C dengan pengisi perak.

##### e. *Stopwatch*

Untuk mengukur besaran waktu pada semua pengujian dalam penelitian ini.

##### f. Termokopel

Digunakan untuk mengukur suhu mesin.

##### g. *Tachometer*

Digunakan untuk mengukur *revolution per minute* (rpm) mesin.

##### i. *Sound Level Meter*

Digunakan untuk mengukur kebisingan mesin.

##### j. *Gas Analyzer*

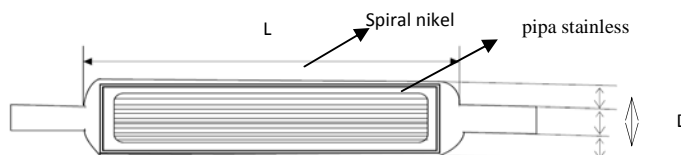
*Gas Analyzer* digunakan untuk mengukur emisi gas buang.

### Metode penelitian

Metodologi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Desain dan pembuatan sistem tabung katalis

Desain dan pembuatan sistem tabung katalis dengan menggunakan pipa tembaga bekas kondensor A/C ditunjukkan pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Desain pipa katalis

Diameter dan panjang dari sistem katalis untuk penghemat bahan bakar divariasikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel-variabel pengujian.

2. Pemasangan Peralatan HCS

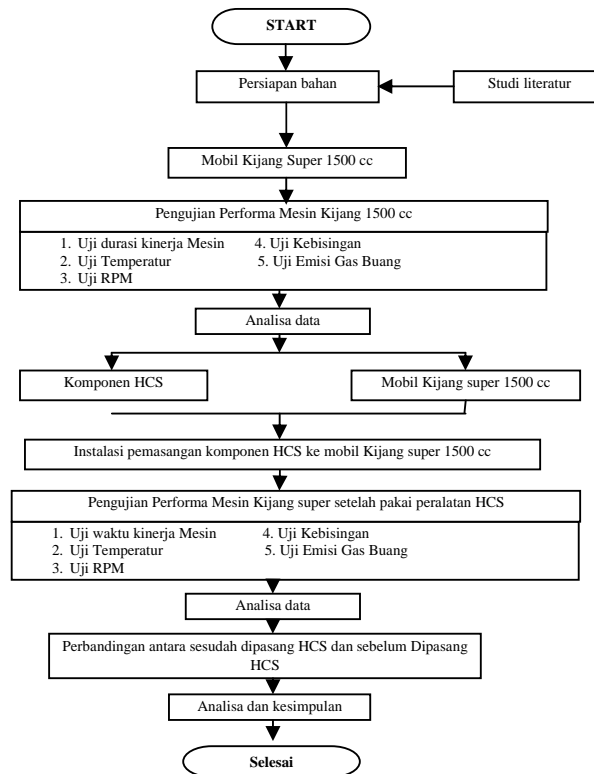
Pemasangan Peralatan HCS pada mesin adalah dengan memasang reservoir HCS dekat reservoir radiator. Pipa katalis diikatkan pada *exhaust manifold* yang disalurkan melalui selang plastik menuju reservoir pertamax. Keran plastik dipasang pada saluran udara masuk ke reservoir pertamax dan saluran menuju *intake manifold* untuk mengatur suplai hidrokarbon. Instalasi sistem HCS dan perlengkapan yang digunakan pada mesin secara skematis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perangkat dan skema pemasangan sistem HCS pada mesin mobil

2. Pengujian dan pengambilan data

Setelah instalasi perangkat sistem HCS selesai, langkah berikutnya adalah pengujian dan pengambilan data. Pengujian yang dilakukan adalah: 1. Pengujian konsumsi BB yang dilakukan dengan mengukur waktu konsumsi BB mesin dengan volume 1 liter; 2. Pengujian suhu mesin, dilakukan dengan menggunakan thermokopel; 3. Pengukuran putaran mesin dilakukan dengan tachometer; 4. Pengujian kebisingan mesin, dengan menggunakan *sound level meter*; 5. Pengujian emisi gas buang, dengan menggunakan *gas analyser* pada lubang knalpot; 6. Langkah selanjutnya adalah mengulangi prosedur pengujian tersebut namun dengan sistem HCS terpasang pada mesin; 7. Setelah pengujian selesai dilakukan kompilasi data, analisa dan penarikan kesimpulan. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Secara lengkap variabel penelitian ini dirangkum pada Tabel.1. Pengujian dilakukan pada kondisi mesin menggunakan sistem HCS dan tanpa menggunakan sistem HCS pada putaran idle (700 rpm) dan 2,500 rpm.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Variabel pengujian

Pengujian	I			II		
	Volume BB (ml)	1000			1500	
Panjang pipa (mm)	100	150	200	100	150	200
Diameter pipa (mm)	12		14	12		14
Pengujian	1. Uji waktu kinerja mesin 2. Uji temperatur mesin. 3. Uji rpm 4. Uji kebisingan mesin. 5. Uji emisi gas buang			1. Uji waktu kinerja mesin 2. Uji temperatur mesin. 6. Uji rpm 3. Uji kebisingan mesin. 4. Uji emisi gas buang		

## Hasil dan pembahasan

### 1. Hasil pengujian konsumsi BB

Hasil pengujian konsumsi BB pada variasi putaran idle atau dan 2,500 rpm dengan volume BB 1000 ml dapat dilihat pada Tabel 2. berikut ini. Satuan hasil pengujian adalah detik.

Tabel 2. Hasil pengujian konsumsi BB

Katalis	Putaran Mesin							
	Idle (700 rpm)				2500 rpm			
	Vol.BB 1000 ml		Vol.BB 1500 ml		Vol.BB 1000 ml		Vol.BB 1500 ml	
	Diameter pipa (mm)							
	12	14	12	14	12	14	12	14
Tanpa katalis	237	237	266	298	237	237	266	298
100 mm	242	240	295	316	106	108	130	136
150 mm	251	272	303	346	116	121	135	143
200 mm	288	303	345	358	126	129	152	155

### 2. Hasil pengujian suhu

Hasil pengujian suhu selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3. berikut ini

Tabel 3. Hasil pengujian suhu

Katalis	Vol BB 1000 ml					Vol BB 1500 ml				
	Suhu Mesin (°C)					Suhu Mesin (°C)				
	1 mnt	2 mnt	3 mnt	4 mnt	5 mnt	1 mnt	2 mnt	3 mnt	4 mnt	5 mnt
<b>Diameter pipa katalis 12 mm</b>										
<b>Putaran idle (700 rpm)</b>										
Tanpa katalis	65	78	93	109	121	65	78	93	109	121
100 mm	66	80	94	114	129	73	82	95	112	128
150 mm	69,5	82	98	115	133	75	87	100	118	136
200 mm	71	85	101	119	138	76	91	108	122	141
<b>Putaran 2,500 rpm</b>										
Tanpa katalis	99	106	116	123	131	99	106	116	123	131
100 mm	100	106	119	125	133	101	113	116	125	139
150 mm	101	105	123	133	136	102	118	126	136	146
200 mm	101	110	126	137	145	104	120	129	138	149
<b>Diameter pipa katalis 14 mm</b>										
<b>Putaran idle (700 rpm)</b>										
Tanpa katalis	65	78	93	109	121	65	78	93	109	121
100 mm	68	83	95	115	130	74	85	98	116	130
150 mm	70	84	99	116	136	76	87	102	118	138
200 mm	72	87	106	123	139	76	91	110	124	145
<b>Putaran 2,500 rpm</b>										
Tanpa katalis	99	106	116	123	131	99	106	116	123	131
100 mm	101	107	120	127	140	104	109	121	132	142
150 mm	101	108	127	132	141	105	120	128	140	150
200 mm	103	115	133	140	143	107	122	130	143	153

### 3. Hasil uji kebisingan

Hasil uji kebisingan mesin pada putaran idle dan 2500 rpm untuk volume BB 1000 ml dan 1500 ml ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji kebisingan atau *noise* mesin

Katalis	Diameter pipa 12 mm				Diameter pipa 14 mm			
	Idle/700 rpm		2500 rpm		Idle/700 rpm		2500 rpm	
	Vol. BB. 1000 ml	Vol. BB. 1500 ml	Vol. BB. 1000 ml	Vol. BB. 1500 ml	Vol. BB. 1000 ml	Vol. BB. 1500 ml	Vol. BB. 1000 ml	Vol. BB. 1500 ml
	Noise (dB)	Noise (dB)	Noise (dB)	Noise (dB)	Noise (dB)	Noise (dB)	Noise (dB)	Noise (dB)
Tanpa katalis	79		93		79		93	
100 mm	75	70	93	90	73	70	93	92
150 mm	70	68	90	89	70	67	92	88
200 mm	68	68	89	88	69	66	90	88

### 4. Hasil uji Emisi Gas Buang

Hasil pengujian gas buang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5. berikut ini. Pengambilan data dilakukan setelah mobil *running* 15 menit (PeMen L.H. no. 05, 2006).

Tabel 5. Hasil Uji Emisi Gas buang

Unsur	Vol.BB 1000 ml				Vol.BB 1500 ml		
	Tanpa katalis	100 mm	150 mm	200 mm	100 mm	150 mm	200 mm
<b>Diametger pipa katalis 12 mm</b>							
<b>Idle (700 rpm)</b>							
CO (%)	9.88	7.308	4.943	3.775	3.020	2.945	2.702
HC (ppm)	2842	1816	1601	1485	1211	1087	953
CO <sub>2</sub> (%)	11.38	13.47	13.64	13.91	11.97	13.06	13.30
O <sub>2</sub> (%)	5.63	5.45	5.37	5.33	4.45	3.92	3.78
Lambda	0.858	0.961	0.968	0.979	0.897	0.925	0.944
AFR	13.05	14.652	14.803	15.10	13.0619	13.46	13.83
<b>2.500 rpm</b>							
CO (%)	6.05	2,55	2,34	2,26	2,31	2,15	1,68
HC (ppm)	658	546	473	445,5	454,2	368	322
CO <sub>2</sub> (%)	10.07	13,58	13,97	14,41	15,35	16,27	17,02
O <sub>2</sub> (%)	2.98	2,32	2,15	1,94	1,66	1,39	1,2
Lambda	0.86	1,05	1,08	1,10	1,15	1,17	1,25
AFR	13.85	15,73	16,00	16,11	16,79	16,9	17
<b>Diametger pipa katalis 14 mm</b>							
<b>Idle (700 rpm)</b>							
CO (%)	9.88	5.84	3.95	3.02	2.47	2.35	2.16
HC (ppm)	2842	1452	1280	1188	968	869	762
CO <sub>2</sub> (%)	11.38	10.77	10.91	11.13	9.57	10.48	10.64
O <sub>2</sub> (%)	5.63	4.36	4.3	4.26	3.56	3.13	3
Lambda	0.858	0.768	0.774	0.7832	0.717	0.74	0.755
AFR	13.05	11.72	11.84	12.08	10.44	10.76	11.064
<b>2.500 rpm</b>							
CO (%)	6.05	2.270	2.083	2.011	1.62	1.51	1.18
HC (ppm)	658	486	421	396	317	257	225
CO <sub>2</sub> (%)	10.07	12.09	12.43	12.82	10.75	11.39	11.91
O <sub>2</sub> (%)	2.98	2.06	1.91	1.73	1.16	0.97	0.84
Lambda	0.86	0.93	0.96	0.98	0.81	0.82	0.88
AFR	13.85	14	14	14	11.75	11.83	11.90

### Pembahasan

Dari hasil pengujian konsumsi BB dapat dilihat bahwa konsumsi BB baik pada putaran *idle* (700 rpm) dan 2,500 rpm, volume BB pertamax 1,000 ml dan 1,500 ml pipa katalis dengan diameter 14 mm dan panjang 200 mm menghasilkan durasi yang paling lama, yaitu 303 dan 358 detik pada putaran *idle* dan 129 dan 155 detik pada putaran 2,500 rpm.

Hasil pengujian suhu menunjukkan adanya peningkatan suhu yang berbanding lurus dengan volume pipa katalis, walaupun tidak signifikan baik pada putaran *idle* maupun 2,500 rpm.

Hasil pengujian kebisingan dalam penelitian ini tidak menunjukkan tren yang khusus, namun dapat dilihat bahwa kebisingan akan meningkat sekitar 20 sampai dengan 30 dB pada putaran 2,500 rpm dan menurun pada volume pipa katalis yang semakin besar.

Sedangkan pada pengujian emisi prosentase CO akan menurun dan berbanding lurus dengan volume pipa katalis. Kadar HC juga berkurang jika dibandingkan dengan volume BB dan pada putaran 2,500 rpm akan berkurang. Namun semakin besar volume total pipa katalis dan pada putaran mesin 2,500 rpm akan meningkatkan prosentase CO<sub>2</sub> dan sebaliknya menurunkan prosentase O<sub>2</sub>.

Hasil lambda yang dapat diinterpretasikan sebagai laju perbandingan jumlah O<sub>2</sub> yang ada dalam pembakaran untuk menghasilkan pembakaran sempurna menunjukkan hasil dibawah 1,00 yang berarti kurangnya kadar oksigen dalam pembakaran namun angka yang cukup baik untuk menghasilkan daya maksimum pada BB beroktan (lambda 0,85-0,901, Icke, 2012). Hasil ini meningkat bersamaan dengan peningkatan volume pipa katalis yang berarti pemasangan HCS akan meningkatkan kesempurnaan pembakaran BB.

Hasil *air fuel ratio* (afr) menunjukkan peningkatan yang berbanding lurus dengan volume pipa katalis. Besaran afr dalam penelitian ini adalah 11 sampai dengan 13. Nilai ideal dari afr adalah 14,7:1 untuk lambda 1,00 yang artinya pembakaran yang sempurna (Eckerlin, 2013).

### Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan aplikasi sistem HCS dan pipa katalis pada mesin kijang super 1,500 cc akan menurunkan konsumsi BB yang digunakan, yaitu Pertamina. Hal ini disebabkan dengan pemasangan sistem HCS akan terjadi penguraian H yang akan menyempurnakan pembakaran BB. Ini disebabkan *hydrogen* akan terbakar lebih cepat dan berkespansi dengan cepat ketika terjadi pembakaran (Icke, 2013) yang menghasilkan perbandingan daya dan langkah mesin yang lebih efisien. Namun walaupun tidak signifikan, pembakaran yang sempurna akan meningkatkan suhu kerja mesin, yang juga ditunjukkan dari hasil pengujian suhu dalam penelitian ini.

Kebisingan berkurang dengan pemasangan sistem katalis HCS dikarenakan timing pembakaran yang tepat dibandingkan tanpa penggunaan HCS. Dengan penggunaan HCS, tidak terjadi penundaan penyalaan BB titik mati atas (TMA) pada mesin sehingga *noise* dan getaran akan berkurang (Carulcci, 2001).

Hasil uji emisi secara keseluruhan menunjukkan peningkatan kualitas emisi gas buang, dimana prosentase CO menurun yang diakibatkan peningkatan O<sub>2</sub> dalam pembakaran (Toyota motor sales) yang sesuai dengan penurunan kadar HC. Dalam penelitian ini HC tidak menurun dengan signifikan, CO berkurang, dan kadar O<sub>2</sub> yang cenderung berkurang pada volume katalis total yang semakin besar. Ini menunjukkan adanya masalah pada mesin yang dikarenakan adanya ketidaktepatan waktu penyalaan BB. Adanya masalah pada mesin juga ditunjukkan oleh hasil HC yang berlebih yang akan terbentuk jika terjadi ketidaksesuaian penyalaan (Toyota emission test manual).

### Daftar Pustaka

- Asher C & Northhington L. (2008), "Position statement for measuraement of temperature/fever in children". Society of Pediatric Nurses
- 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.
- David icke.,(2012),. Hydrocarbon Crack System (HCS),. <http://www.baligifter.org/blog/>, David Icke's Official Forums.
- Hirai, T., N. Ikenaga, T.Miyake., and T. Suzuki, (2005), "Production of hydrogen by steam reforming of glycerin on ruthenium catalyst", Energy and Fuels, 19, 1761-1762
- IMO, Annex VI MARPOL 73/78 Regulation for the Prevention of Air Pollution from Ships and NOx Technical Code. International Maritime Organization, London, 1998
- 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.
- Niels R. Udengaard., (2004)., Hydrogen production by steam reforming of hydrocarbons, Houston, Texas 77058. 49 (2), 906.
- Pudji Irasari, Aditya Sukma Nugraha., (2010)., Analisis getaran pada generator magnet permanen 1 kw hasil rancang bangun pusat penelitian tenaga listrik dan mekatronik. Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology. Vol. 01, No. 1, ISSN 2087-3379.
- Peraturan Menteri Negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama.
- Pertamina., 2010., Harga Eceran bahan bakar., hal 5-6.
- Roy Union, (2004)., "Technical Perspective Hydrogen Boosted Engine Operation"., SAE Technical Paper Series 972664), 5 <http://www.hydrogenboost.com>.
- Rochim, taufiq. (2001), "*Spesifikasi Metrologi Dan Control Kualitas Geometric*", Institute Teknologi Bandung: Bandung
- Sudirman,Urip, 2009, Hemat BBM dengan Air, cetakan kedua, Jakarta:Kawan Pustaka. Vol 2. Hal 87
- Sukarmin.,(2004)., "Hidrokarbon dan Minyak Bumi' Departemen Pendidikan Nasional Indonesia
- Saputra satriyo., (2008)., "*Studi kondisi kimiawi penyebaran PB, debu dan kebisingan di kota Jakarta*". Jurnal Kajian Ilmiah Penelitian Ubhara Jaya vol.9 No.2
- Suzuki Indonenesia.,(2012)., "*Mesin Hemat Bahan Bakar dengan Service Berkala*"., Book Manual Service.,vol 2.,hal 23-24
- UNEP.,(2008)., "Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia" – [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org).
- Tempo., (2013)., Harga Minyak Dunia., edisi 5., hal 1.,
- [www.baligifter.org](http://www.baligifter.org)., (2011)
- The Engineering ToolBox. Retrieved 29 July 2013.
- Eckerlin, Herbert M. "[The Importance of Excess Air in the Combustion Process](#)". *Mechanical and Aerospace Engineering 406 - Energy Conservation in Industry*. North Carolina State University. Retrieved 29 July 2013.
- Paolo C et.al.(2001), " Pilot Injection Behavior And Its Effects On Combustion In A Common Rail Diesel Engine., University of Lecce, Dept. of Eng. For Innovation, Research Center for Energy and Environment (CREA), Via Per Arnesano