

**PENGARUH PENGGUNAAN ELEKTROLISER TERHADAP
KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN KETEBALAN ASAP PADA
MOTOR DIESEL DAIHATSU**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Strata Satu Pada
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh :

RIJALUL FATHANI

1307317/2013

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

PENGESAHAN SKRIPSI

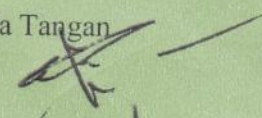
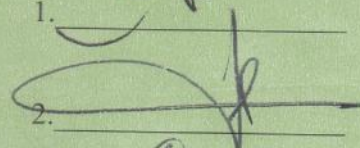
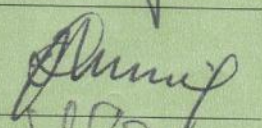
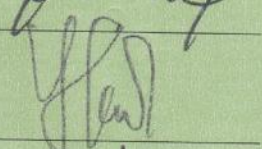
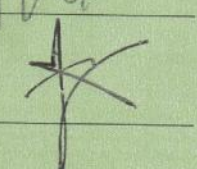
Nama : Rijalul Fathani
NIM : 1307317/2013

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
dengan judul

**Pengaruh Penggunaan Elektroliser Terhadap Konsumsi Bahan Bakar
dan Ketebalan Asap pada Motor Diesel Daihatsu**

Padang, 6 Februari 2016

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	Drs. Martias, M.Pd	1. 
2. Sekretaris	Wagino, S.Pd, M.Pd.T	2. 
3. Anggota	Drs. Faisal Ismet, M.Pd	3. 
4. Anggota	Drs. Hasan Maksum, M.T	4. 
5. Anggota	Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc	5. 

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGARUH PENGGUNAAN ELEKTROLISER TERHADAP KONSUMSI
BAHAN BAKAR DAN KETEBALAN ASAP PADA
MOTOR DIESEL DAIHATSU**

NAMA : Rijalul Fathani
NIM/BP : 1307317/2013
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Padang

Padang, 6 Februari 2016

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



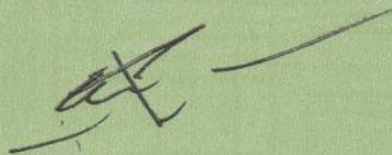
Drs. Martias, M.Pd
NIP. 19640801 199203 1 003

Pembimbing II



Wagino, S. Pd, M.Pd.T
NIP.19750405 2003 12 1 002

Ketua Jurusan Teknik Otomotif



Drs. Martias, M.Pd
NIP. 19640801 199203 1 003



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN
PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7055922 FT: (0751) 7055644, 445118 Fax .7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Rijalul Fathani**
NIM/TM : 1307317/2013
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Elektroliser Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Ketebalan Asap pada Motor Diesel Daihatsu”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukuman sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 6 Februari 2016

Gaya yang menyatakan,



Rijalul Fathani
NIM. 1307317/2013

KARYA INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK :

Ayahanda Syarbaini, Ibunda Rosnawati,

Bidadari Surgaku Rini Afriyanti,

Tsurayya Salma Syakira El Fathani dan Kayyisa El Izzati Fathani

Kubelajar tentang pengabdian dan cinta kasih dari Ibu, ku belajar tentang kesabaran dan keikhlasan dari Ayah. Ibuku adalah ibu terbaik di dunia, aku tidak menemui Ibu selain dirimu yang benar benar tahu tentang anak-anaknya.

Teringat kutipan “Sebait tulisan tentang ayah” ; *"Hidup di dunia kita harus selalu sibuk anakku, karna kalau mau istirahat tempatnya di liang lahat"*. Ayah, engkau adalah sumber inspirasiku.

Istriku tercinta, engkau adalah anugrah Allah yang terindah untukku. Kencantikan hatimu, kebaikan budimu dan keikhlasan pengabdianmu menyempurnakan hidupku. Engkau adalah istri dan ibu terbaik bagi kami. Terimakasih untuk pengabdianmu. Setelah 4 tahun pernikahan ini ku berharap kita akan terus menjalani bersama, mendidik dan membesarkan anak-anak kita dan menikmati sisa umur berdua hingga ajal menjemput dan dipertemukan kembali di akhirat sebagai Bidadari Surgaku.

Adik-adikku Rahmi Sartika Fitri, Widya Fadhilah, dan Rifki Nugraha “Hidup ini bukan tentang apa dan jadi apa tapi bagaimana kita menjalaninya”.

Sahabat-sahabatku terimakasih untuk semua pengorbanan yang kalian berikan, persahabatan kita bukan tentang “menerima dan memberi” tapi bagaimana saling memahami.

Bapak Martias dan Bapak Wagino engkau adalah motivator terbaik, motivasimu dalam membimbingku tidak ada bandingnya dengan motivator- motivator ulung dunia.

Ada 2 kategori manusia “Orang yang belajar dengan sendirinya dan orang yang harus dipaksa untuk belajar dan untuk saat ini aku termasuk kategori yang kedua”.

Sebuah Persembahan untuk seluruh keluarga tercinta

ABSTRAK

Rijalul Fathani : Pengaruh Penggunaan Elektroliser Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Ketebalan Asap Pada Motor Diesel Daihatsu

Motor diesel merupakan sistem penggerak utama yang banyak digunakan baik untuk sistem transportasi maupun penggerak stasioner. Motor diesel memiliki problem khusus yang berhubungan dengan pencemaran lingkungan salah satunya asap (jelaga). Selain permasalahan pencemaran udara, konsumsi bahan bakar pada mobil Daihatsu Taft Hilina lebih boros jika dibandingkan dengan mesin diesel yang lain. Oleh sebab itu, diperlukan suatu penelitian pada Motor Diesel Daihatsu Taft Hilina sehingga dari penelitian tersebut dapat menurunkan konsumsi bahan bakar dan mengurangi ketebalan asap.

Salah satu cara untuk menurunkan konsumsi bahan bakar dan menekan ketebalan asap adalah dengan mengalirkan gas hidrogen ke dalam ruang bakar melalui *air filter*. Hidrogen ini diproduksi oleh elektroliser, prinsipnya ialah pemisahan molekul air (H_2O) menjadi gas hidrogen dan oksigen murni melalui proses elektrolisis. Gas hidrogen ini yang digunakan untuk menyempurnakan hasil pembakaran pada bahan bakar kendaraan. Sehingga konsumsi bahan bakar bisa ditekan dan ketebalan asap yang ditimbulkan bisa dikurangi.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan pada tanggal 14 sampai 15 Januari 2016, dengan menggunakan mobil Daihatsu Taft Hilina, untuk pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan pada putaran 650 RPM, 2100 RPM, dan 3100 RPM. Untuk pengujian ketebalan asap dilakukan pada akselerasi 2900 – 3100 RPM. Sebagai pembandingan terlebih dahulu dilakukan pengujian mobil Daihatsu Taft Hilina tanpa perlakuan kemudian dilanjutkan ke mobil yang dipasang elektroliser. Dari hasil penelitian menggunakan elektroliser menunjukkan adanya penurunan konsumsi bahan bakar pada putaran 650 RPM sebesar 14,70%, pada putaran 2100 sebesar 34,89% dan pada putaran 3100 sebesar 30,69%. Sedangkan pada ketebalan asap terjadi penurunan rata-rata sebesar 44,98%.

Kata kunci: Elektroliser, Hidrogen, Konsumsi Bahan Bakar, dan Ketebalan Asap.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alam, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan sebaik baiknya.

Penelitian dengan judul ” **Pengaruh Penggunaan Elektroliser Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Ketebalan Asap pada Motor Diesel Daihatsu**” disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan studi program Sarjana pada Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penelitian ini terwujud atas dukungan dan kerjasama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis secara khusus ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Syahril, S.T, MSCE.*Ph.D* selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan, Penasehat Akademik dan Pembimbing I penulis.
3. Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Wagino, S.Pd, M.Pd.T selaku Pembimbing II atas perhatian, motivasi, arahan dan waktu dalam penyelesaian penelitian ini.
5. Bapak-Bapak dan Ibu dosen di lingkungan Fakultas Teknik khususnya Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif serta karyawan, yang telah membantu penulis selama proses penelitian ini.
6. Istri dan kedua Anak-anak tercinta atas segala perhatian, motivasi, dukungan dan do'anya.
7. Kedua Orang Tua dan Adik adik tercinta atas segala motivasi, dukungan dan do'anya.
8. Bapak Novriyandi R, S.Pd, M.T atas ide dan usulan penelitian lanjutan tentang gas hidrogen.

9. Bapak Handri Halomoan Lubis, S.T selaku Kepala UPTD Pengujian Kendaraan Bermotor dan Karyawan di Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika Kota Payakumbuh atas bantuannya dalam melakukan pengujian ketebalan asap.
10. Bapak Septialdi, A.Md selaku Direktur Anak Abah Service atas izin, waktu dan bantuannya selama melakukan pengujian konsumsi bahan bakar.
11. Teman-teman seperjuangan serta semua pihak yang telah membantu baik moril maupun materil kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini, yang tidak mungkin disebutkan namanya satu persatu.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan menjadi kebaikan dan diridhoi oleh Allah SWT.

Penulis menyadari sepenuhnya penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan baik sistematika penulisan maupun dari pemilihan kata-kata yang digunakan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun demi penyempurnaan hasil penelitian ini.

Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Atas perhatian dari semua pihak penulis mengucapkan terimakasih.

Padang, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Pembatasan Masalah.....	8
D. Perumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Asumsi Penelitian	9
G. Manfaat Penelitian	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Konsumsi Bahan Bakar.....	11
B. Ketebalan Asap	15
C. Elektroliser	25
D. Penelitian yang relevan	40
E. Kerangka Konseptual.....	40
F. Hipotesis Penelitian.....	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	43
B. Definisi Operasional dan Variabel Penelitian	44
C. Prosedur Penelitian	46
D. Instrument Penelitian dan Teknik Pengambilan Data.....	48
E. Analisis Data.....	52

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	55
B. Pembahasan	63
C. Keterbatasan Penelitian	66

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	68
B. Saran.....	69

DAFTAR PUSTAKA.....	70
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	73
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Beban emisi pencemaran udara di Indonesia tahun 2010	2
Tabel 2. Nilai Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor	19
Tabel 3. <i>Flammability Limits</i> Bahan Bakar	32
Tabel 4. Nilai Oktan Bahan Bakar.....	34
Tabel 5. Pola Penelitian	44
Tabel 6. Spesifikasi Daihatsu Taft Hiline	48
Tabel 7. Format Pengambilan Data Waktu yang Dibutuhkan untuk 50 cc Bahan Bakar Mobil Daihatsu Taft Hiline Tanpa Perlakuan	51
Tabel 8. Format Pengambilan Data Waktu yang Dibutuhkan untuk 50 cc Bahan Bakar Mobil Daihatsu Taft Hiline Dengan Elektroliser.....	52
Tabel 9. Format Pengambilan Data Ketebalan Asap (%) Mobil Daihatsu Taft Hiline.....	52
Tabel 10. Hasil Pengujian Waktu yang Dibutuhkan untuk 50 Cc Bahan Bakar pada Daihatsu Taft Hiline Tanpa Perlakuan.....	55
Tabel 11. Hasil Pengujian Waktu yang Dibutuhkan untuk 50 Cc Bahan Bakar pada Daihatsu Taft Hiline dengan Menggunakan Elektroliser....	55
Tabel 12. Hasil Pengujian Opasitas pada Daihatsu Taft Hiline Tanpa Perlakuan.....	56
Tabel 13. Hasil Pengujian Opasitas pada Daihatsu Taft Hiline dengan menggunakan elektroliser	56
Tabel 14. Rekapitulasi Konsumsi Bahan Bakar pada Mobil Tanpa Perlakuan	56
Tabel 15. Rekapitulasi Konsumsi Bahan Bakar pada Mobil dengan Elektroliser	57
Tabel 16. Rekapitulasi Perbedaan Rata Rata Konsumsi Bahan Bakar	57
Tabel 17. Uji Statistik Konsumsi Bahan Bakar Menggunakan <i>Uji t</i>	58
Tabel 18. Uji Statistik Ketebalan Asap Menggunakan <i>Uji t</i>	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Komposisi Emisi Gas Buang Motor Diesel	16
Gambar 2. Perbandingan Metoda Hasil Pengukuran Gas Buang.....	20
Gambar 3. Prinsip <i>UTAC</i> atau Metoda <i>Hartridge</i>	21
Gambar 4. Diagram <i>skematic Smoke Opacimeter</i>	22
Gambar 5. Elektroliser	26
Gambar 6. Reaksi Penguraian Hidrogen.....	28
Gambar 7. Skema Pemasangan Elektroliser pada Kendaraan.....	36
Gambar 8. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar antara Mobil Tanpa Perlakuan dengan Mobil yang Dipasang Elektroliser	58
Gambar 9. Grafik Perbandingan Ketebalan Asap Antara Mobil Tanpa Perlakuan dengan Mobil yang Dipasang Elektroliser	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Izin Penelitian	73
Lampiran 2. Bukti Penelitian.....	75
Lampiran 3. Perhitungan Waktu yang Dibutuhkan untuk 50 cc Bahan Bakar Liter/jam	79
Lampiran 4. Perhitungan Standar Deviasi	84
Lampiran 5. Tabel Uji Statistik (<i>Uji t</i>).....	96
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....	97

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Motor diesel merupakan sistem penggerak utama yang banyak digunakan baik untuk sistem transportasi maupun penggerak stasioner. Dikenal sebagai jenis motor bakar yang mempunyai efisiensi tinggi, penggunaan mesin diesel berkembang pula dalam bidang otomotif, antara lain untuk angkutan berat, traktor, bulldozer, pembangkit listrik di desa-desa, generator listrik darurat di rumah-sakit dan hotel. Selain keunggulan yang dimiliki, mesin diesel juga memiliki problem khusus yang berhubungan dengan pencemaran lingkungan, yaitu asap (jelaga) serta gas buang khususnya *Nitrogen Oxide* (NO_x). Kedua polutan ini saling bertolak belakang dalam pemunculannya. Asap terbentuk ketika bahan bakar tidak mampu tercampur dengan baik dengan oksigen sehingga reaksi pembakaran tidak sempurna, dalam kondisi seperti ini suhu pembakaran tidak terlalu tinggi sehingga *nitrogen oxide* tidak banyak terbentuk. Gas-gas beracun hasil dari pembakaran bahan bakar ini biasanya berupa oksida-oksida karbon (karbon dioksida, karbon monoksida) dan nitrogen (nitrogen monoksida, nitrogen dioksida, dinitrogen oksida) dan senyawa-senyawa hidrokarbon.

Hampir 85 % dari energi yang kita pergunakan adalah berasal dari bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil menyebabkan masalah lain, yaitu pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh material berbahaya yang dikeluarkan seperti NO_x dan SO_x, yang dapat mengakibatkan hujan asam dan

pencemaran lainnya dan juga CO₂ hasil pembakaran, yang mengakibatkan tingginya kenaikan suhu permukaan bumi. Wardhana (2004:20) menjelaskan pencemaran udara dapat diartikan adanya bahan atau zat asing di dalam udara yang menyebabkan terjadinya perubahan komposisi udara dari susunan atau keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing tersebut di dalam udara dalam jumlah dan jangka waktu tertentu akan dapat menimbulkan gangguan pada kehidupan manusia, hewan, maupun tumbuhan.

Chamber dalam Mukono (2003:6) mengemukakan bahwa “pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia kedalam lingkungan udara normal yang mencapai jumlah tertentu sehingga dapat dideteksi oleh manusia (dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material”. Untuk mengatasi kondisi yang ada, sekaligus untuk memenuhi kebutuhan energi di masa yang akan datang, eksistensi dari penemuan / pemakaian energi baru sangat diharapkan.

Pencemaran udara di Indonesia dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Beban emisi pencemar udara di Indonesia tahun 2010

Emisi	Sumber			
	Transportasi	Industri	Sampah	Rumah tangga
SO ₂	6.323	3.873	-	218
NO ₂	56	2.348	-	840
PM ₁₀	10.340	1.042	-	33
HC	219.311	25.762	-	34
CO	1.153.447	29.180	-	223
CO ₂	11.744.480	2.129.885	1.658.739	883.956
CH ₄	7.411	38	74.456	87
N ₂ O	407	49	-	3
Total	13.141.775	2.192.177	1.733.195	885.394

(Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2010).

Salah satu penyebab pencemaran udara yakni sektor transportasi khususnya darat. Mobil merupakan salah satu penyumbang zat pencemar/polutan udara karena menghasilkan residu zat pencemar dari penggunaan minyak fosil sebagai bahan bakar. Penggunaan bahan bakar fosil saat sekarang hampir mendekati titik kritis karena penggunaan yang besar mengakibatkan berkurangnya ketersediaan minyak tersebut di alam sebagai sumber daya energi.

Berbagai upaya dilakukan untuk menghemat bahan bakar minyak. Bahkan berbagai jenis alat untuk menghemat bahan bakar banyak permunculan di pasaran. Namun disamping harganya yang cukup mahal, hasilnya juga kurang maksimal dan tidak begitu signifikan. Telah banyak dikembangkan berbagai bahan bakar alternatif diantaranya biodiesel untuk bahan bakar mesin diesel, dan bioethanol untuk bahan bakar mesin bensin. Salah satu yang menarik untuk diteliti sebagai bahan bakar adalah air. Ini disebabkan air sangat mudah untuk didapatkan.

Penelitian tentang air sebagai sumber energi sudah lama dilakukan bahkan sudah ditemukan sebelum minyak bumi ditemukan. Tetapi masih banyak orang yang belum mengetahui air dapat digunakan sebagai sumber energi untuk pengganti bahan bakar minyak. Saat ini orang sudah banyak melakukan berbagai cara untuk menghemat bahan bakar. Salah satu alternatif untuk menghemat bahan bakar dapat dilakukan adalah dengan memasang elektroliser air pada kendaraan. Sudirman (2008: 8) menyatakan “alat yang digunakan untuk menguraikan air disebut dengan elektroliser (*elektrolyzer*), di

dalam elektroliser air (H_2O) dipecah menjadi gas hidrogen atau sering disebut *gas brown*".

Penggunaan gas hidrogen hasil elektrolisis sebagai alternatif zat pendamping bahan bakar masih belum luas digunakan mekanik dan masyarakat. Berdasarkan pra-survey yang dilakukan di bengkel Dinamik Motor Jalan Khatib Sulaiman Padang pada tanggal 15 Februari 2014. Pemilik bengkel sekaligus mekanik yang berinisial "SE" menyatakan "Sejak bengkelnya berdiri belum pernah menemui mobil yang menambahkan gas hidrogen sebagai bahan bakar pendamping dari kendaraannya. Hal tersebut disebabkan kurangnya pengetahuan pengguna mobil dan mekanik di kota Padang tentang manfaat yang didapat dengan penambahan gas hidrogen tersebut.

Saat ini gas hidrogen hasil elektrolisis air belum digunakan secara utuh untuk bahan bakar. Masih terbatas pada penambahan untuk memperbaiki kualitas pembakaran bahan bakar fosil. Prinsipnya ialah pemisahan molekul air (H_2O) menjadi gas hidrogen dan oksigen murni melalui proses elektrolisis. Gas hidrogen ini yang digunakan untuk menyempurnakan hasil pembakaran pada bahan bakar kendaraan atau industri. Pemakaian bahan bakar fosil bisa dikurangi dan efek gas buang kendaraan bisa diperkecil. Efeknya, yaitu ketebalan asap yang ditimbulkan juga bisa dikurangi.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas tentang penggunaan *gas brown* dari elektrolisis air. Salah satunya adalah Arijanto dan Toni Suryo (2010:1) yang membahas tentang penggunaan hidrogen dari

elektrolisis air. Berdasarkan penelitian tersebut, diketahui penggunaan zat pendamping bahan bakar mampu menghemat konsumsi bahan bakar mobil jenis Isuzu Panther hingga 11% - 19%. Saat ini belum ada penelitian yang menggunakan tipe Jeep. Hal ini perlu dilakukan mengingat konsumsi bahan bakar untuk mobil jeep sangat boros. Salah satu contohnya yaitu mobil jeep Daihatsu Taft Hiline. Mengingat hal tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mengungkapkan bagaimana cara membuat dan mengaplikasikan alat penghemat bahan bakar dan dapat mengurangi ketebalan asap (opasitas) pada kendaraan berbahan bakar solar.

Taft Hiline diluncurkan oleh Daihatsu di Indonesia pada tahun 1985, populer dengan nama Taft GT. Taft Hiline F70 merupakan model terlama yang dipasarkan oleh Daihatsu di Indonesia. Tampil dengan desain dan mesin baru, F70 menggunakan mesin diesel yang lebih besar dan bertenaga daripada sebelumnya dengan kode DL41 2.8L (2765 cc) berteknologi *indirect injection*. Tenaga maksimumnya 72 hp (53,5 kW, 73 ps) @ 3600 rpm dan torsi maksimumnya 170 Nm / 125 ft-lb @ 2200 rpm. Mesin ini menggunakan *timing gear* sebagai penggerak katupnya dengan pompa injeksi *in-line*. Hampir semua Taft F70 yang beredar menggunakan penggerak 4 roda.

Pada tahun 1988, mesin diesel berkode DL41 digantikan oleh mesin diesel generasi berikutnya yaitu DL42 dengan volume total silinder sama (2765 cc). Mesin ini sekarang telah menggunakan *timing belt* sebagai penggerak katup dengan pompa injeksi rotari yang menggantikan pompa injeksi *in-line*.

Setelah itu, pada tahun 1991, juga terdapat pembaharuan transmisi manual yang semula hanya 4 percepatan, lalu menjadi 5 percepatan.

Berdasarkan prasurvey yang penulis lakukan pada tanggal 15 – 21 November 2015 di komunitas Taft Diesel Indonesia lewat forum diskusi yang diikuti oleh 15 orang pengguna Taft Hiline dan kendaraan bermesin diesel yang lain, penulis menyimpulkan Taft Hiline ini jika dibandingkan dengan mesin diesel yang lain cukup boros. Pada kapasitas mesin yang sama perbandingan konsumsi Taft Hiline adalah 1 : 10 jika berjalan di dalam kota dan 1 : 12 jika berjalan di luar kota. Sementara untuk mesin diesel Isuzu Panther bisa didapatkan perbandingan konsumsi bahan bakar 1 : 14 untuk dalam kota dan 1 : 16 untuk di luar kota.

Salah satu teknologi yang menyebabkan pencemaran udara adalah kendaraan bermotor. Sebagian besar polusi udara disebabkan oleh kegiatan transportasi. Sarana transportasi menyumbang polusi udara sebesar 70%. Untuk masalah pencemaran udara ini Eropa sudah menerapkan Euro 1 sejak tahun 1991, kemudian melangkah ke Euro 2 tahun 1996. Kemudian Euro 3 tahun 2000 dan tahun 2005 memasuki masa euro 4. Setiap teknologi emisi Euro mempunyai batasan yang lebih ketat, misalnya Euro 1 ke Euro 2 mengharuskan penurunan tingkat emisi partikel. Begitu pula pada euro 3 mengharuskan tingkat penurunan emisi partikel yang dibuang sebesar 20% dan pada Euro 4 menargetkan angka 10%.

Penerapan standar Euro-2 di Indonesia diatur Kepmen LH No. 141 Tahun 2003 yang hanya berlaku bagi kendaraan tipe baru dan kendaraan

bermotor yang sedang diproduksi. Ketentuan ini tidak berlaku pada kendaraan yang sudah digunakan masyarakat saat ini. Ketentuan emisinya mengacu pada Kepmen No. 35 Tahun 1993 tentang baku mutu bagi kendaraan yang sudah berjalan.

Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup itu juga disebutkan ambang batas ketebalan asap adalah 50% untuk kendaraan dengan tahun pembuatan kurang dari tahun 2007 dan 70% untuk tahun pembuatan yang lebih dari atau sama dengan 2007 pada kondisi putaran mesin normal. Kenyataan di lapangan pada mobil berbahan bakar solar sangat jauh sekali dari ambang batas yang ditentukan sehingga menjadi permasalahan tersendiri bagi kendaraan diesel.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Banyaknya produksi asap yang dihasilkan kendaraan bermotor yang berpengaruh pada peningkatan pencemaran udara.
2. Masih banyak masyarakat yang belum mengetahui penggunaan gas hidrogen dari elektrolisis air sebagai bahan bakar pendamping kendaraan bermotor.
3. Terdapat penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan elektroliser untuk menghasilkan gas hidrogen mampu menghemat bahan bakar hingga 11% - 19%, diperlukan penelitian lanjutan sehingga gas hidrogen yang diperoleh dari elektrolisis air mampu menghemat bahan bakar lebih baik lagi.

4. Konsumsi bahan bakar mobil Daihatsu Taft Hiline lebih boros dari pada konsumsi bahan bakar mesin diesel lain yang kapasitasnya sama.

C. Pembatasan Masalah

Agar lebih terarahnya penelitian ini maka penulis membatasi masalah yang akan dibahas pada : Pengaruh elektroliser terhadap konsumsi bahan bakar solar dan ketebalan asap pada mobil Daihatsu Taft Hiline.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan elektroliser terhadap konsumsi bahan bakar dan ketebalan asap pada mobil Daihatsu.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin di capai dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan elektroliser terhadap konsumsi bahan bakar pada mobil Daihatsu.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan elektroliser terhadap ketebalan asap pada mobil Daihatsu.

F. Asumsi Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dikemukakan diatas maka penulis mengemukakan beberapa asumsi dalam penelitian ini yaitu :

1. Mesin yang digunakan sebagai objek penelitian berada pada kondisi sama baiknya pada setiap penelitian.
2. Bahan bakar yang digunakan adalah jenis bahan bakar solar yang sama kualitasnya untuk setiap perlakuan penelitian.
3. Alat ukur yang digunakan sudah dikalibrasi sebelum digunakan pada setiap perlakuan penelitian.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah ;

1. Sebagai usaha dalam mencari alternatif untuk menghemat pemakaian bahan bakar dan menurunkan kadar emisi gas buang motor diesel.
2. Sebagai bahan masukan bagi pemerintah, pemerhati lingkungan, industri otomotif dan masyarakat luas dalam menciptakan lingkungan yang sehat dan bebas polusi.
3. Sebagai referensi bagi Jurusan Teknik Otomotif untuk lebih mengembangkan penelitian seputar alat penghemat bahan bakar.
4. Untuk memperkuat teori teori yang berhubungan dengan masalah penelitian para ahli, serta dapat memperkaya khazanah pengetahuan tentang variabel yang diteliti.
5. Dapat dimanfaatkan oleh masyarakat luas agar dapat memanfaatkan pengetahuan energi alternatif untuk keperluan mandiri.

6. Sebagai acuan bagi pemerintah agar bisa mendukung secara penuh pengembangan penggunaan energi agar bisa digunakan pada segala aspek, sehingga ketergantungan terhadap energy bahan bakar dari fosil dapat dikurangi bahkan digantikan secara utuh.
7. Sebagai bahan penelitian lanjutan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Konsumsi Bahan Bakar

1. Pengertian Konsumsi Bahan Bakar

Jalius Jama (2008:28) menyatakan, konsumsi bahan bakar adalah angka yang menunjukkan berapa banyak kilometer yang dapat ditempuh oleh motor dengan 1 liter solar. Yesung (2011:4) mengatakan hal yang sama pemakaian bahan bakar adalah jumlah bahan bakar yang dikonsumsi persatuan waktu. Pulkrabek (2004: 65) menyebutkan “Untuk kendaraan transportasi umum konsumsi bahan bakar adalah dalam hal jarak tempuh per unit bahan bakar, seperti mil per galon (mpg). Dalam unit SI adalah umum menggunakan kebalikan dari ini, dengan (L/100km) menjadi suatu unit umum”.

Menurut pendapat ahli di atas dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar yaitu jarak yang dapat ditempuh oleh mesin diesel dengan 1 liter bahan bakar solar atau banyaknya jumlah bahan bakar yang digunakan selama proses pembakaran dalam waktu tertentu.

Indikator untuk mengukur ekonomis atau tidaknya suatu kendaraan adalah dengan melihat banyaknya bahan bakar yang dikonsumsi saat beroperasi untuk menghasilkan tenaga. Kinerja kendaraan biasanya tidak akan mencapai hasil yang sama pada setiap kondisi operasi mesin. Untuk mengukur banyaknya bahan bakar yang terpakai maka digunakan gelas ukur yang merupakan fluks volume dari bahan bakar dikali dengan massa

jenis bahan bakar yang menghasilkan fluks massa atau dinyatakan dalam kg/jam.

2. Faktor Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pemakaian bahan bakar, yaitu :

a. Putaran Mesin

Marsudi (2010: 57) menyebutkan “untuk putaran stasioner, beban berat, percepatan tinggi, membutuhkan campuran kaya sedangkan untuk putaran mesin normal dan beban ringan maka dibutuhkan campuran miskin”. Konsumsi bahan bakar meningkat dengan kecepatan tinggi karena kerugian gesekan yang lebih besar. Pada kecepatan mesin rendah, semakin lama waktu per siklus memungkinkan kehilangan panas lebih banyak dan konsumsi bahan bakar naik (Pukrabek, 2004: 57).

Putaran mesin biasanya dinyatakan dalam satuan RPM (Rotasi Per Menit). Toyota step 2 (1972: 8-33) “Bila putaran mesin bertambah maka jumlah bahan bakar yang dipakai cenderung bertambah”.

b. Temperatur

Marsudi (2010: 57) menyebutkan “kebutuhan campuran udara dan bensin di dalam mesin tergantung pada temperature, beban dan kecepatan”. Temperatur rendah menyebabkan campuran bahan bakar dan udara yang dibutuhkan mesin menjadi meningkat. Pada mesin dipasang *termostat* agar mesin cepat mencapai suhu kerja. Sunyoto

(2008: 315) menyebutkan, “sebab mesin yang terlampau dingin akan mengakibatkan pemakaian bahan bakar menjadi boros”. Temperatur yang terlalu tinggi menyebabkan pembakaran tidak sempurna. Karna pada saat akhir langkah kompresi campuran bahan bakar dan udara terbakar sendiri akibat titik nyala bahan bakar sudah tercapai.

c. Perbandingan Campuran Udara dan Bahan bakar

Wiranto (2008:13) menjelaskan bahwa campuran antara udara dan bahan bakar biasa dinamai “campuran” saja, sedangkan perbandingan berat udara (G_{ud}) dan bahan bakar (G_{bb}) dalam campuran itu dinamai “perbandingan campuran” atau “perbandingan udara bahan bakar” ($G_{ud}/(G_{bb})$). Dalam proses pembakaran sempurna bahan bakar hidrokarbon, C akan terbakar menjadi CO_2 dan H akan menjadi H_2O . Perbandingan dari berat minimum udara terhadap berat bahan bakar dinamai “perbandingan campuran *stokiometrik*” atau “perbandingan campuran teoritis” atau “perbandingan campuran sempurna kimia”

Pada proses pembakaran, untuk menghasilkan kesempurnaan pembakaran terdapat perbandingan tertentu untuk setiap jenis bahan bakar. Campuran yang baik adalah campuran yang homogen antara tiap partikel bahan bakar harus kontak langsung dengan partikel udara. Pada umumnya bahan bakar telah berubah menjadi uap (*combustible vapor*) sebelum terbakar. Untuuk mempercepat terjadinya *combustible vapor* diperlukan proses pengabutan. Butiran butiran kabut tersebut luas permukaannya sangat besar hingga mempercepat penguapan.

3. Perhitungan Nilai Konsumsi Bahan Bakar

Karakteristik unjuk kerja suatu motor bakar dinyatakan dalam beberapa parameter diantaranya adalah konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$F_c = \frac{V}{t} \cdot \rho_{bb} \cdot \frac{3600}{1000} \text{ kg/jam} \dots\dots (\text{H.N Gupta 2009: 504})$$

Dimana:

F_c = Jumlah pemakaian bahan bakar

V = Volume bahan bakar yang dikonsumsi (cm^3)

t = Waktu yang digunakan (detik)

ρ_{bb} = Massa jenis bahan bakar

$\frac{3600}{1000} \approx$ Bilangan konversi

Kemudian konsumsi bahan bakar diubah kedalam *liter/jam*, dengan persamaan berikut:

$$m^{\circ f} = \frac{V_{bb}}{t} \text{ liter/jam}$$

Keterangan:

$m^{\circ f}$ = Konsumsi bahan bakar (*liter/jam*)

V_{bb} = Jumlah bahan bakar yang digunakan (cm^3)

t = Waktu untuk menghabiskan bahan bakar (*detik*)

dimana:

$$1 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ liter}$$

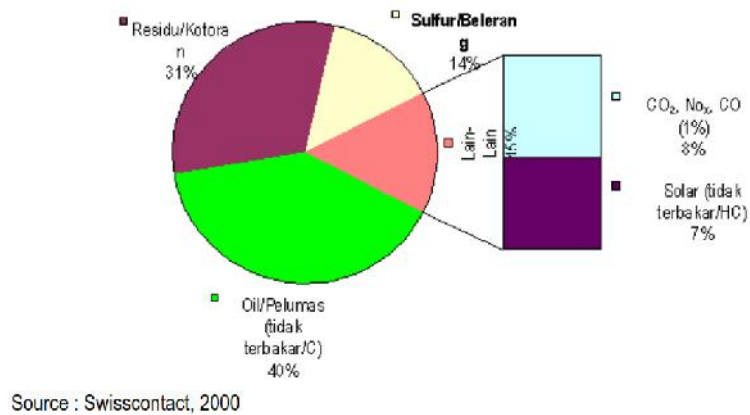
$$1 \text{ dt} = 1/3600 \text{ jam}$$

B. Ketebalan Asap

Gas buang umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun N_2 (nitrogen), CO_2 (Carbon Dioksida) dan H_2O (uap air) sebagian kecil merupakan gas beracun seperti Nox , HC , dan CO . Gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan sebagian besar terdiri atas 72 % N_2 , 18,1% CO_2 , 8,2% H_2O , 1,2% gas argon (gas mulia), 1,1% O_2 dan 1,1% gas beracun yang terdiri 0,13% Nox , 0,09% HC , dan 0,9% CO .

Pada motor diesel, besarnya emisi dalam bentuk ketebalan asap atau opasitas tergantung pada banyaknya bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder, karena pada motor diesel yang dikompresikan adalah udara murni. Semakin kaya campuran maka semakin besar konsentrasi Nox , CO dan asap. Sementara, jika semakin kurus campuran konsentrasi Nox , CO dan asap juga semakin kecil. 100% CO yang ada di udara adalah hasil pembuangan dari mesin diesel sebanyak 11% dan mesin bensin sebanyak 89%. CO adalah Carbon Monoksida, HC adalah Hydro Carbon, NOx adalah istilah dari Oksida – Oksida Nitrogen yang digabung dan dibuat satu (NO , NO_2 , N_2O).

Polusi emisi gas buang dari mesin diesel dapat digolongkan berupa ; partikulat, residu karbon, pelumas tidak terbakar, sulfat, dan lain lain. Komposisi emisi gas buang motor diesel dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 1. Komposisi Emisi Gas Buang Motor Diesel
Sumber : Teknologi Motor Diesel: 2008

Gas buang mesin diesel berupa partikulat berada pada dua fase yang berbeda namun saling menyatu, yaitu fase padat, terdiri dari residu/kotoran, abu, bahan aditif, bahan korosif, keausan metal dan fase cair terdiri dari minyak pelumas tak terbakar. Gas buang yang berbentuk cair akan meresap ke dalam fase padat, gas ini disebut partikel. Partikel partikel tersebut berukuran mulai dari 100 mikron hingga kurang dari 0,01 mikron. Partikulat yang berukuran kurang dari 10 mikron memberikan dampak pada visibilitas udara, karena partikulat tersebut akan memudahkan cahaya. Berdasarkan ukurannya, partikel dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

- 0,01 – 10 mm disebut partikel *smoke*/kabut/asap
- 10 – 50 mm disebut *dust*/debu
- 50 – 100 mm disebut *ash*/abu

Partikulat pada gas buang mesin diesel berasal dari partikel susunan bahan bakar yang masih berisikan kotoran kasar (abu, debu). Hal ini dikarenakan pemrosesan bahan bakarnya kurang baik. Bahan bakar diesel

misalnya solar yang ada di Indonesia banyak mengandung kotoran. Biasanya solar tidak berwarna atau bening, namun yang ada di Indonesia berwarna agak gelap. Ini menandakan bahwa solar mengandung kotoran. Pada saat pembakaran kotoran tersebut terurai jadi partikel yang lain dan tidak terbakar. Semakin banyak residu dalam bahan bakar walaupun dengan mesin secanggih apapun tetap akan menghasilkan gas buang dengan asap hitam.

1. Defenisi Ketebalan Asap

Menurut Moch. Setyadi (2007 : 28) “Ketebalan asap atau 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”.

Tucson (2002: 7) mengemukakan bahwa :

“Opacity” means the degree to which an air pollutant obscures the view of an observer expressed in percentage of obscuration, or the degree, expressed in percent, to which transmittance of light is reduced by the air pollutant. Complete obscuration must be expressed as 100% opacity”.

Dari pernyataan di atas dijelaskan ketebalan asap adalah sejauh mana polutan udara dalam mengaburkan pandangan atau penglihatan yang dinyatakan dalam persen, jika pandangan tidak bisa menembus asap maka ketebalan asap dinyatakan 100%.

Granholm dan Jennifer M (2007:1) mengemukakan bahwa:

“Opacity is a measurement of how dense the particulates are in the air

and takes into account how much light is obscured by the rising dust. Opacity is measured in percentages from 0 to 100 percent". Dari pernyataan ini dijelaskan ketebalan asap adalah pengukuran seberapa tebal partikel asap di udara dan memperhitungkan seberapa banyak cahaya yang dikaburkan oleh asap. Ketebalan asap diukur dalam persentase dari 0 hingga 100 persen.

Akker, J. *et al.*, (2006:1) menyatakan "*Opacity is a measure of the amount of light obscured by the particulate matter (PM) or soot in the exhaust from diesel engines, measured under normal operating conditions*". Dari pernyataan ini dijelaskan ketebalan asap adalah ukuran jumlah cahaya yang dikaburkan oleh partikulat (PM) atau jelaga yang dihasilkan oleh gas buang mesin diesel, yang diukur di bawah kondisi normal.

Dari beberapa pernyataan para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa ketebalan asap adalah sejauh mana polutan udara yang dihasilkan oleh gas buang mesin diesel dalam mengaburkan cahaya yang diukur di bawah kondisi normal. Semakin tinggi opasitasnya, artinya semakin tinggi persentase tidak tampaknya suatu benda akibat emisi gas buang.

2. Nilai Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor

Di Indonesia diatur nilai ambang batas emisi gas buang yang tertuang dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 di jelaskan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2. Nilai Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor

KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI M, N DAN O				
Kategori	Tahun	Parameter		Metoda uji
	Pembuatan	CO (%)	HC (ppm) Opasitas (% HSU)*	
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007	4.5	1200	Idle
	> 2007	1.5	200	
Berpenggerak motor bakar penyalaaan kompresi (diesel)	—			Percepatan Bebas
- GVW < 3.5 ton	< 2010		70	
	> 2010		40	
- GVW > 3.5 ton	≤ 2010		70	
	> 2010		50	
Catatan :				
Untuk kendaraan bermotor berpenggerak motor bakar cetus api kategori M, N dan O				
- < 2007 : berlaku sampai dengan 31 Desember 2006				
- > 2007 : berlaku mulai tanggal 1 Januari 2007				

Sumber : Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006

3. Cara Mengukur Ketebalan Asap

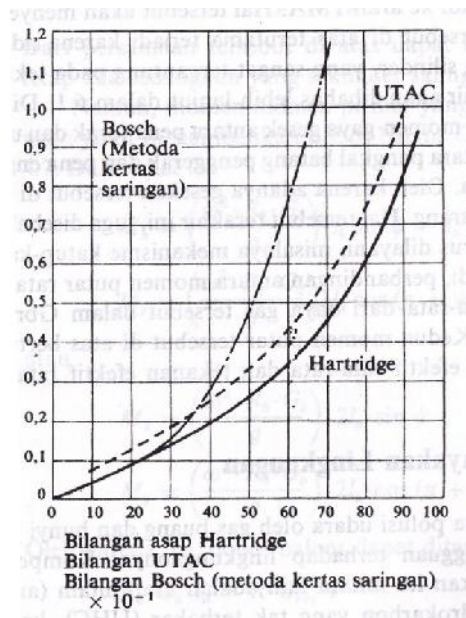
Ada banyak metode mengukur ketebalan asap, antara lain yaitu metoda pengukuran dengan kertas saringan, metoda pengukuran *UTAC* dan *Hartridge*, serta metoda pengukuran ketebalan asap SNI 19-7118.2-2005.

a. Metoda Pengukuran dengan Kertas Saringan (Metode *Bosch*)

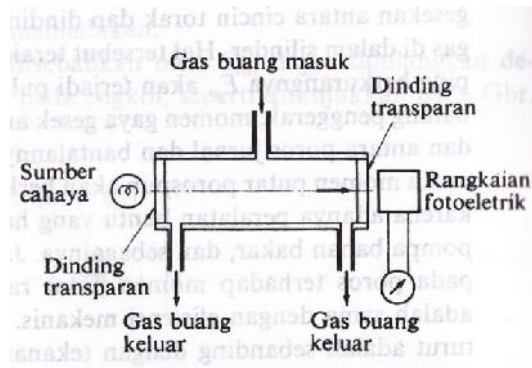
Metoda pengukuran dengan kertas saringan menurut *bosch* dilakukan dengan mengambil sampel gas buang yang dialirkan melalui kertas saringan tertentu dan perubahan warna yang terjadi pada kertas saringan itu kemudian dibandingkan dengan beberapa standar warna yang tersedia (Wiranto; 2008). Metode kertas saringan atau metoda *bosch* distandarisasikan di Jerman, Inggris dan beberapa negara lainnya.

b. Metoda Pengukuran *UTAC* dan *Hartridge*

Metoda pengukuran menurut *UTAC* dan *Hartridge* yaitu sinar dipancarkan melalui gas buang kendaraan, kemudian sinar ditransmisikan dan diukur secara foto listrik (Wiranto:2008). Metoda *UTAC* memeriksa seluruh gas buang sedangkan metoda *Hartridge* hanya dilakukan pada sebagian gas buang. Metoda *UTAC* digunakan di Perancis dan sedangkan metoda *Hartridge* banyak digunakan di Inggris dan beberapa negara lainnya.



Gambar 2. Perbandingan Metoda Hasil Pengukuran Gas Buang
Sumber : Teknologi Motor Diesel Putaran Tinggi: 2008



Gambar 3. Prinsip UTAC atau Metoda Hartridge
Sumber : Teknologi Motor Diesel Putaran Tinggi: 2008

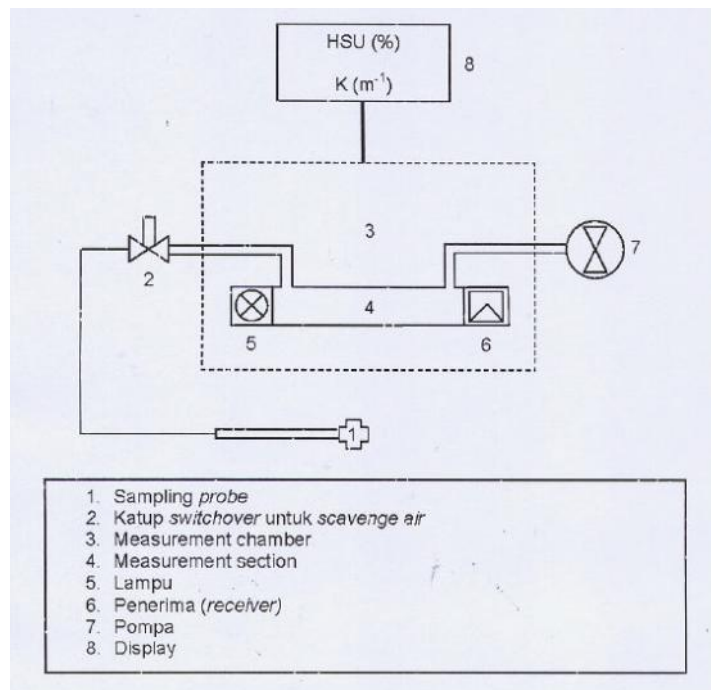
c. Metoda Pengukuran Ketebalan Asap SNI 19-7118.2-2005

SNI 19-7118.2-2005 merupakan hasil pengkajian dari SNI 09-2766-1992, cara uji pengukuran tingkat kepekatan gas buang kendaraan bermotor jenis motor nyala kompresi. Referensi ini menggunakan referensi metode standar dari *international Organization For Standardization (ISO)* dan *Regulasi United Nation For Economic Commission For Europe (UN-ECE)*.

Ketebalan asap kendaraan akan diukur dengan metode SNI 19-7118.2-2005, cara uji kendaraan bermotor kategori M, N dan O berpenggerak penyalan kompresi pada kondisi akselerasi bebas. Cara uji ini digunakan untuk mengukur ketebalan asap menggunakan *smoke opacimeter* pada kondisi akselerasi bebas. Pengujian akselerasi bebas adalah pengujian pada kendaraan berpenggerak penyalan kompresi yang dilakukan pada putaran mesin idle hingga tercapai putaran mesin maksimum. Kategori M adalah kategori kendaraan bermotor beroda empat atau lebih yang digunakan untuk

angkutan orang. Kategori N adalah Kendaraan bermotor roda empat atau lebih yang digunakan untuk angkutan barang. Kategori O adalah kategori kendaraan bermotor penarik untuk gandengan atau kendaraan tempel.

Prinsip pengujian akselerasi bebas dilakukan dengan cara melewati gas buang kendaraan bermotor ke dalam suatu tabung asap pada alat *smoke opacimeter* kemudian nilai ketebalan asapnya dibaca pada alat dengan metode penyerapan cahaya (*light absorption*).



Gambar 4. Diagram Skematik *Smoke Opacimeter*
Sumber : SNI 19-7118.2-2005

4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketebalan Asap

Faktor – faktor yang mempengaruhi ketebalan asap pada gas buang motor diesel adalah :

a. Beban Mesin (*Engine Load*)

Mathur, M.L dan Sharma, R.P (1980:651) mengemukakan bahwa :

A rich fuel-air mixture result in higher smoke because the amount of oxygen available is less. Hence any overloading of the engine will result in a very black smoke. The smoke level will rise from no load. During the first part, the smoke level is more or less constant as there is always excess air present.

Dari pernyataan di atas dijelaskan campuran yang kaya akan menghasilkan ketebalan asap yang tinggi karena jumlah oksigen yang sedikit. Hal ini terjadi pada saat beban mesin bertambah. Tingkat ketebalan asap yang dihasilkan tergantung pada campuran bahan bakar dan udara.

b. Sistem Injeksi (*Injection System*)

Mathur, M.L dan Sharma, R.P (1980:650) mengemukakan bahwa:

The injection system characteristics which can affect smoke levels include unsuitable sized droplets and excess penetration of the spray jet, excessive duration of injection, and improper dispersion atomisation. All these substantially increase the smoke levels”.

Dari pernyataan di atas dijelaskan bahwa karakteristik sistem injeksi bahan bakar bisa mempengaruhi tingkat ketebalan asap

seperti bentuk penyemprotan yang tidak sesuai, besarnya tekanan injektor, lamanya penginjeksian dan atomisasi bahan bakar yang tidak tepat. Semua karakteristik tersebut merupakan faktor yang dapat mempengaruhi tingkat ketebalan asap.

5. Saat Penginjeksian (*Injection Timing*)

Saat Penginjeksian merupakan waktu saat memasukkan zat yang diinginkan ke dalam system.

“The injection timing affects the delay periode, If the delay periode to long the rate of pressure rise, once it stars, can become so rapid that severe diesel knock and engine damage can occur. If it is too short than there is not sufficient tie for complete mixing and smoke exhaust can result”. (H.N Gupta, 2013:208)

Dari pernyataan yang dikemukakan di atas dapat dijelaskan saat penginjeksian mempengaruhi *delay periode*, jika *delay periode* bertambah panjang, maka tekanan yang dihasilkan akan meningkat sehingga dapat menyebabkan knocking dan kerusakan pada mesin. Jika *delay periode* bertambah pendek maka campuran yang dihasilkan tidak sempurna dan menimbulkan asap pada gas buang.

6. Kualitas Bahan Bakar (*Fuel Quality*)

Wong, C.L, dan Steere, D.E (1982:436) mengemukakan bahwa :

The viscosity of fuel greatly influence the spray characteristics. high viscosity causes low atomization (large sized droplets and high penetration of the spray jet), hence the maximum and minimum values suitable for the engine should be problems and also a smoky exhaust may appear.

Dari pernyataan di atas dapat dijelaskan bahwa viskositas bahan bakar mempengaruhi karakteristik penyemprotan. Viskositas bahan bakar yang tinggi menyebabkan atomisasi bahan bakar rendah (tetesan berukuran besar dan tekanan yang tinggi pada injektor), hal ini bisa menyebabkan masalah pada mesin dan menimbulkan ketebalan asap pada gas buang.

Dari beberapa pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa ketebalan asap pada motor diesel dipengaruhi oleh pembakaran yang tidak sempurna di dalam ruang bakar, yang disebabkan oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara (*air fuel ratio*) yang tidak tepat. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: putaran mesin (*engine speed*), beban mesin (*engine load*), sistem injeksi (*injection system*), saat penginjeksian (*injection timing*) dan kualitas bahan bakar (*fuel quality*).

Penambahan gas hidrogen akan meningkatkan kalori pada bilangan oktan bahan bakar berkisar sebesar lebih kurang 100 – 120. Hal ini tentunya akan menambah energi yang dihasilkan pada pembakaran bahan bakar sekaligus mengefisienkan penggunaan bahan bakar bisa menjadi lebih hemat

C. Elektroliser

Tabung elektroliser (*bubler*) merupakan tempat elektrolit, sekaligus tempat berlangsungnya proses elektrolisis untuk menghasilkan gas H_2 dan O_2 . Tabung elektroliser yang digunakan ini terbuat dari bahan kaca atau

plastik tahan panas. Sebab proses elektroliser air pada prinsipnya menggunakan reaksi elektrokimia yang menghasilkan panas. Adanya isapan yang cukup kuat dari mesin juga bisa menyebabkan terjadinya perubahan bentuk tabung, sehingga tabung elektrolisis harus kuat.

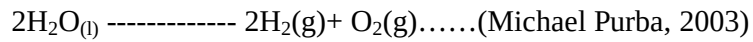


Gambar 5. Elektroliser
Sumber : *Dokumentasi Penelitian*

1. Pengertian Elektrolisis

Sudirman (2008: 7) menyatakan, "...proses penguraian unsur unsur pembentuk air. Proses ini disebut sebagai elektrolisis air, sehingga air dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar". Selanjutnya dengan aliran arus listrik, kedua molekul air bereaksi dan pada katoda menangkap dua elektron yang terinduksi menjadi H_2 dan ion hidroksida (OH^-). Pada anoda air terurai menjadi gas oksigen (O_2) dengan melepaskan 4 ion H^+ dan mengalirkan electron ke katoda. Dari reaksi tersebut ion H^+ dan OH^- mengalami netralisasi dan membentuk molekul air kembali.

Reaksi elektrolisis air dapat dituliskan :



Elektrolisis air merupakan pemanfaatan arus listrik untuk menguraikan air menjadi unsur – unsur pembentuknya, yaitu H_2 dan O_2 . Gas hidrogen akan muncul dikutub negatif atau anoda. Hidrogen yang dihasilkan dari proses elektrolisis ini berpotensi menghasilkan *zero emission*.

Sel elektronik mempunyai sepasang elektroda yang dihubungkan ke baterai. Baterai berfungsi sebagai pompa elektron, yang menggerakkan elektron ke katoda (tempat terjadinya reduksi), dan menarik elektron dari anoda (tempat terjadinya oksidasi).

Penulis menyimpulkan bahwa pembuatan gas hidrogen menggunakan metode elektrolisis relatif mudah dan ramah lingkungan, karena tidak menimbulkan gas emisi. Pada sel elektrolisis gas hidrogen yang terbentuk dihasilkan di katoda menggunakan energi listrik sebagai pemicu reaksi kimia dan penguraian air menjadi gas oksigen (O_2) dan gas hidrogen (H_2).

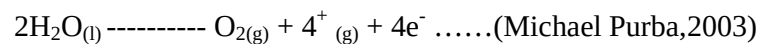
2. Cara Kerja Elektrolisis

Elektrolisis berasal dari kata elektro (listrik) dan lisis (penguraian). Jadi elektrolisis adalah peristiwa penguraian suatu elektrolit oleh arus listrik dan alatnya disebut elektroliser. Menggunakan prinsip elektrolisis mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Arus listrik searah digunakan untuk memaksa berlangsungnya reaksi redoks yang tidak spontan (dialiri arus listrik dari luar).

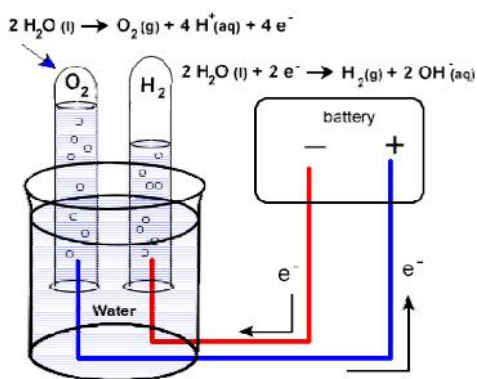
Dalam reaksi elektrolisis memerlukan elektroda elektroda yang dicelupkan ke dalam larutan elektrolit dan dihubungkan dengan terminal sumber arus listrik searah (DC). Elektroda tempat terjadinya oksidasi (pelepasan electron) disebut anoda dan elektroda tempat terjadinya reduksi (penangkapan elektron) disebut katoda.

Jika arus listrik dialirkan dari anoda ke katoda (seperti terlihat pada gambar 6) melewati larutan elektrolit, akan memecah ikatan melekul H_2O dapat diuraikan menjadi 2 atom H_2 dan 1 atom O_2 . Dimana pada anoda, melekul H_2O akan terurai menjadi gas O_2 dengan melepas 4 ion H^+ dan mengalirkan electron ke katoda.

Adapun persamaan reaksinya adalah :

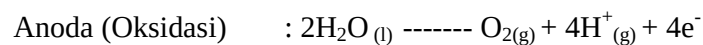


Reaksi penguraian tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 6. Reaksi Penguraian Hidrogen.
Sumber : Sel Elektrolisis :2014

Sehingga reaksi keseluruhannya adalah (Syukri, 1999:50):



Katoda (Reduksi) : $\underline{2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^+}$

Keseluruhan : $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{O}_{2(g)} + 2\text{H}_{2(g)}$

Pada kutub anoda terjadi reaksi oksidasi dimana air diubah menjadi gas oksigen dan larutan asam (H^+) dengan melepaskan 4 elektron. Di katoda berlangsung reaksi reduksi, dimana air terurai menjadi gas H_2 dan basa (OH^-).

3. Pengertian Hidrogen

Hidrogen (bahasa latin: *hydrogenium*, dari bahasa Yunani : *hydro* : air, *genes*: membentuk) adalah unsur kimia pada tabel periodik yang memiliki symbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hydrogen tidak berwarna dan tidak berbau, bersifat non logam, bervalensi tunggal, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar.

Hidrogen merupakan unsur yang sangat unik, atomnya paling ringan dan paling sederhana yaitu hanya mengandung 1 proton dan 1 elektron. Kristian (2004:138) menyatakan Hidrogen mempunyai *densitas* atau rapatan yang paling rendah., dan bersenyawa dengan hampir setiap unsur lain yang reaktif membentuk senyawa hidrida. Unsur hidrogen terdapat dalam jumlah melimpah di alam sekitar 92% dalam bentuk air, minyak, jaringan tanaman dan makhluk hidup. Syukri (1999: 570) menyatakan bahwa dalam keadaan bebas hidrogen di alam berupa gas diatom (H_2) dengan titik didih dan titik beku yang sangat rendah (masing-masing $-253\text{ }^\circ\text{C}$ dan $-259\text{ }^\circ\text{C}$) karena gaya London antar molekul sangat kecil.

Hidrogen sangat reaktif sebagai atom dan sejauh ini penggunaan hidrogen secara umum dalam bidang kimia adalah sebagai pelarut dan katalis. Kristian (2004:138) menyatakan hidrogen bereaksi terbakar diudara secara eksplosif dengan unsur-unsur lain. Pada temperatur tinggi hidrogen mereduksi berbagai oksida logam menjadi oksida yang lebih rendah tingkat oksidasinya dan menghasilkan gas hidrogen.

Berdasarkan teori tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa hidrogen adalah unsur kimia paling sederhana yang memiliki satu proton dan satu elektron. Hidrogen di alam tersedia dalam bentuk senyawa dan dalam bentuk unsur tersedia dalam bentuk diatom (H_2) dan berwujud gas pada temperatur kamar.

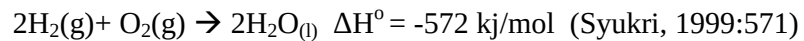
4. Penemuan dan Penggunaan Hidrogen

Gas hidrogen H_2 , pertama kali dihasilkan secara artificial oleh T. Von Hohenheim (dikenal juga sebagai Paracelsus, 1493 – 1541) melalui pencampuran logam dengan asam kuat. Dia tidak menyadari bahwa gas mudah terbakar yang dihasilkan oleh reaksi kimia ini adalah unsur kimia yang baru. Syukri (1999:570) menyatakan bahwa hidrogen ditemukan oleh Hendri Cavendish (1731 – 1810). Unsur ini paling banyak dialam semesta yakni sekitar 93 % karena bintang bintang mengandung hidrogen sebagai bahan bakar nuklir untuk menghasilkan cahaya.

Gas hidrogen ditemukan ketika mereaksikan asam kuat dengan logam seperti alumunium dan besi. Gas hidrogen yang dihasilkan bereaksi dengan udara menghasilkan percikan api dengan oksigen di udara. Titik

didih dan titik beku yang sangat rendah mengakibatkan hidrogen susah ditemukan dalam bentuk cair dan padat.

Gas hidrogen dalam ilmu kimia dan industri digunakan sebagai katalis, pelarut, dan unsur pembentuk sebagai contoh hidrogen merupakan unsur-unsur pembentuk utama dari air (H₂)



Hidrogen pertama sekali dicairkan oleh James Dewar pada tahun 1898 dengan menggunakan penemuannya guci hampa. Dia kemudian menghasilkan hidrogen padat setahun kemudian. *Deuterium* ditemukan pada tahun 1931 oleh Harold Urey dan tritium dibuat pada tahun 1934 oleh Ernest Rutherford, Mark Oliphant, and Paul Harteck. Air berat yang mengandung *deuterium* menggantikan hidrogen biasa yang ditemukan oleh Urey pada tahun 1932 salah satu dari penggunaan pertama H₂ adalah sinar sorot. (Nurul : 2013).

Penemuan-penemuan tersebut merupakan langkah awal dalam pembuatan dan pemanfaatan gas hidrogen. Melalui percobaan yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui sifat fisis dan kimia dari gas hidrogen yang berkontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Dewasa ini, gas hidrogen sudah banyak dimanfaatkan dalam segala aspek, salah satunya yaitu dalam bidang otomotif. Pengembangan dan penemuan dalam bidang pengetahuan dan teknologi yang berhubungan dengan penggunaan gas hidrogen banyak dikembangkan, khususnya sebagai bahan bakar atau produk pendamping bahan bakar.

5. Keunggulan Sifat Hidrogen Dibandingkan Bahan Bakar Lain

Terdapat perbedaan sifat yang besar antara hidrogen dengan solar. Sifat tersebut sangat mempengaruhi proses pembakaran. Sehingga menyebabkan hidrogen lebih unggul dibandingkan dengan solar. Hidrogen merupakan bahan bakar yang mudah terdispersi dalam udara sehingga sangat mudah terbakar. Di sisi lain solar lebih sulit terbakar, karena memiliki kerapatan yang lebih besar sehingga sulit terdispersi dalam udara. Hal ini menyebabkan pembakaran solar relatif lebih lambat dibandingkan hidrogen.

Menurut Resuli Irawan Thalib (2011), ada beberapa keunggulan sifat hidrogen yaitu :

a. Jangkauan *Flammability* yang Luas

Dibandingkan dengan bahan bakar yang lain, hidrogen memiliki jangkauan *flammability* yang luas. *Flammability* adalah komposisi campuran udara dengan bahan bakar sehingga bahan bakar tersebut mudah terbakar. Perhatikan tabel *flammability limits* di bawah ini :

Tabel 3. *Flammability Limits* Bahan Bakar

NO	Bahan Bakar	<i>Lower Explosive Limit (%)</i>	<i>Upper Explosive Limit (%)</i>
1	Hidrogen	4	75
2	Metana	5,3	15
3	Propana	2,2	9,6
4	Metanol	6	36,5
5	Bensin	1	7,6
6	Solar	0,6	5,5

Sumber : Roger Sierens (2005)

Seperti yang terlihat dalam tabel di atas, *flammability limits* untuk hidrogen lebih luas dibandingkan dengan solar antara 4 dan 75% untuk hidrogen dan 0,6 dan 5,5% untuk solar. Hal ini menunjukkan meskipun perbandingan campuran udara dan bahan bakar jauh dari stoikiometri, proses pembakaran tetap terjadi. Akibatnya pembakaran berlangsung sempurna untuk gas hidrogen, sehingga konsumsi bahan bakar saat mesin dijalankan menjadi lebih hemat dan efisien.

b. *Flame Speed Tinggi*

Hidrogen terbakar dengan kecepatan api yang tinggi, menyebabkan kerja mesin hidrogen lebih dekat dengan siklus mesin termodinamika ideal (rasio kekuatan bahan bakar paling efisien) ketika pencampuran bahan bakar mencapai *stokiometri*. Bila mesin berjalan dalam campuran miskin bahan bakar dapat meningkatkan nilai ekonomis bahan bakar, hal ini menyebabkan *flame speed* menurun secara signifikan.

c. *Difusifitas Tinggi*

Hidrogen menyebar dengan cepat ke udara, sehingga memungkinkan untuk pencampuran bahan bakar dengan udara menjadi lebih homogen, dan memungkinkan penurunan *issue safety mayor* dari kebocoran hidrogen.

d. Nilai Oktan

Tingkat oktan menunjukkan ketahanan suatu bahan bakar terhadap efek *knocking* pada mesin kendaraan (motor bakar). *Knocking* mesin dapat merusak mesin cukup cepat. Beberapa kendaraan memiliki standar bahan bakar beroktan tinggi, bila kendaraan tersebut dipaksa mengkonsumsi bahan bakar beroktan rendah, maka menimbulkan efek *knocking* pada mesin. Hidrogen memiliki nilai oktan lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Hal tersebut ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Nilai Oktan Bahan Bakar

Bahan Bakar	<i>Octane Number</i>
Hidrogen	> 130
Metana	135
Propana	108
Octana	100
Bensin	88
Solar	15 – 25

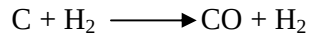
Sumber : Suhirta (2008)

6. Proses Produksi Hidrogen

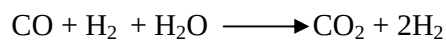
Menurut Charles (1993:355), ada tiga metoda untuk memperoleh unsur yang semakin berharga ini, yaitu metoda gas air, metoda kukus-hidrokarbon, dan elektrolisasi air.

a. Metoda gas air

Bila kukus dilewatkan di atas arang panas, akan terbentuk karbon monoksida dan hidrogen.



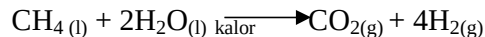
Campuran karbon monoksida dan hidrogen ini yang disebut gas air, merupakan bahan bakar yang bernilai karena kedua zat ini dapat di bakar. Jika diinginkan hidrogen murni, campuran ini diolah dengan kukus dan ditambah dengan katalis untuk mengoksidasi karbon monoksida menjadi karbon dioksida :



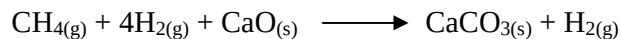
Karbon dioksida mudah dipisahkan dengan melewati campuran kedua gas itu dalam air dibawah tekanan, karena karbon dioksida larut sedangkan hidrogen tidak.

b. Metode kukus-Hidrokarbon.

Hidrogen komersial dalam jumlah besar dibuat dengan melewati hidrokarbon dan lewat katalis nikel pada temperature tinggi. Persamaan untuk reaksi yang menggunakan hidrokarbon tersederhana metana adalah :



Karbon dioksida dan hidrogen dapat dipisahkan seperti yang diterangkan pada rangkaian diatas, atau karbon dioksida dapat diambil dengan melewati campuran pada kapur tohor :



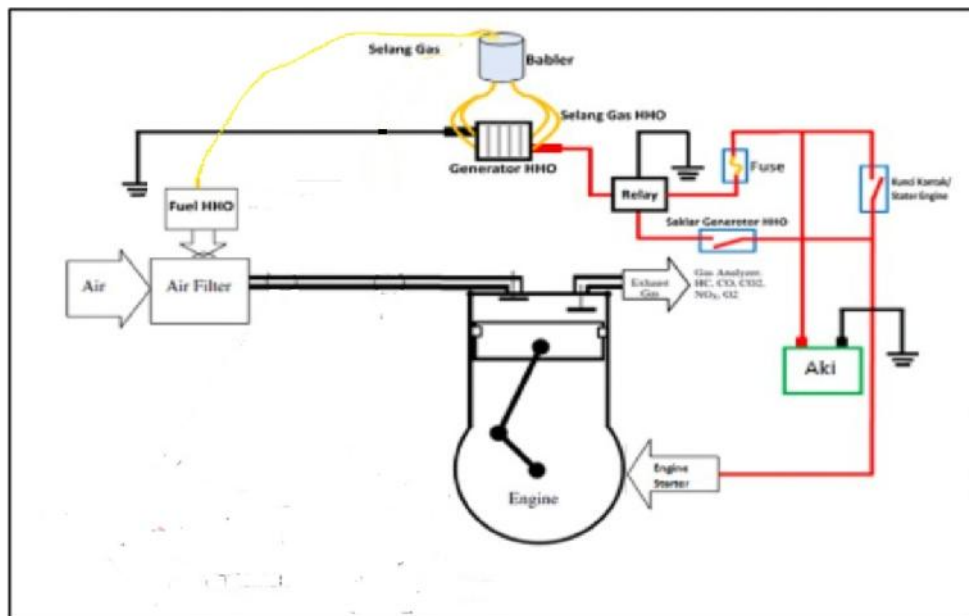
c. Elektrolisis Air

Sumber hidrogen yang melimpah adalah air, maka akan sangat ideal bila air dapat diuraikan menjadi hidrogen dan oksigen dengan

murah. Suatu cara untuk menguraikan air ini adalah dengan melewati arus searah lewat air yang telah ditambah sedikit asam sulfat atau zat lain. Penggunaan arus listrik untuk melakukan reaksi redoks disebut elektrolisis.

Berdasarkan kajian tersebut maka dapat penulis simpulkan bahwa terdapat 3 cara utama dalam memproduksi gas hidrogen. Berdasarkan ketiga cara tersebut, cara elektrolisis merupakan cara mendapatkan gas hidrogen yang banyak digunakan pada saat sekarang. Hal ini disebabkan mudahnya proses elektrolisis air dibandingkan 2 cara lainnya, serta tidak memerlukan zat kimia lain sebagai *substrat*, katalis dan media.

7. Cara Kerja Dari Alat Elektroliser pada Kendaraan



Gambar 7. Skema Pemasangan Elektroliser pada Kendaraan
Sumber : Aplikasi Gas HHO pada Sepeda Motor 150 cc: 2014

Arus listrik AC yang dihasilkan alternator AC kemudian akan mengalir menuju kutup anoda elektroda melewati *diode bridge*. Pada *diode bridge* arus AC ini diubah menjadi DC. Bila arus listrik disupply dari baterai, kutup anoda dihubungkan ke terminal positif, sedangkan kutup katoda dihubungkan ke ground. *Dioda bridge* tidak digunakan, karena arus listrik yang disupply adalah arus DC.

Dari kutup anoda, arus listrik mengalir menuju kutup katoda elektroda menuju ground. Antara anoda dan katoda dihubungkan melalui larutan elektrolit, karena larutan elektrolit mampu menghantarkan arus listrik, maka arus listrik dapat mengalir dari anoda ke katoda. Dengan adanya aliran listrik pada elektroda, menyebabkan timbulnya gelembung-gelembung kecil berwarna putih. Ini menandakan air mengalami reaksi, sehingga pada anoda terbentuk gas O₂ dan katoda terbentuk gas H₂.

Gas-gas tersebut kemudian mengalir menuju tabung *bubler* lalu menuju *intake manifold* akibat dari isapan piston. Gas tersebut kemudian bercampur dengan bahan bakar dan udara yang telah dicampur dan berikatan dengan rantai karbonnya. Reaksi pembakaran yang terjadi yaitu campuran udara dan bahan bakar ditambah gas hasil elektrolisa air. Reaksi pembakarannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

Suhirta (2008:12) menyatakan:

“Dalam percobaan yang dilakukan dengan penambahan gas hasil elektrolisa air H₂O + 0,5 O₂ jumlah gas H₂O + O₂ yang dihasilkan reaktor elektrolisasi air adalah proporsional maka *stokiometri* pembakaran yang terjadi adalah:

$$C_8H_{18} + 12,5 O_2 + 12,5 (3,76) N_2 + n (H_2O + 0,5 O_2) \longrightarrow 8CO_2 + (9 + n) H_2O + 12,5 (3,76) N_2$$

Dengan menambah sejumlah n ($\text{H}_2\text{O} + 0,5 \text{ O}_2$), dimana n adalah jumlah mol gas elektrolisa yang masuk ke ruang bakar”

Berdasarkan informasi tersebut dapat disimpulkan proses elektrolisis air akan lebih efektif jika H_2O yang digunakan sebagai *substract* ditambah 0,5 mol gas O_2 pada keadaan setimbang. Gas O_2 yang ditambahkan pada system diperoleh dari hasil elektrolisasi air sebelumnya.

8. Aspek Kuantitatif Elektrolisis

Segi kuantitatif dari elektrolisis dikembangkan terutama oleh Faraday. Ia mengamati bahwa massa periodik yang terbentuk (reaktan yang dikonsumsi) pada suatu elektroda berbanding lurus dengan banyaknya listrik yang ditransfer ke elektroda dan massa molar zat terkait. Raymond (2003:222) menyatakan:

“Dalam suatu percobaan elektrolisis, kita biasanya mengukur arus (dalam ampere) yang melewati sel elektrolitik dalam jangka waktu tertentu. Hubungan antara muatan (dalam *coloumb*, C) dan arus ialah $1 C = 1 A \times 1 s$. Satu *coloumb* ialah kuantitas muatan listrik yang melewati sembarang titik pada rangkaian dalam 1 detik jika arusnya 1 *ampere*”.

Kuantitas dari arus listrik bisa dinyatakan sebagai sejumlah elektron. Banyaknya dari suatu zat yang mengalami perubahan kimia sebuah elektroda berhubungan dengan jumlah elektron yang terlibat pada perubahan dan bisa dinyatakan dalam mol zat atau dinyatakan berat jenis dari zat. Berat jenis dari sebuah zat adalah massa zat (gr) dikalikan dengan pelepasan satu mol elektron.

Persamaannya adalah:

$$M = \frac{Q \times A}{n \times F} \dots\dots(\text{Syukri : 1999})$$

Dimana:

M = Massa zat yang dihasilkan (g)

Q = Jumlah muatan listrik (Coloumb)

Q = $I \times t$

I = Besar arus listrik

t = Waktu (s)

A = Massa atom relatif (g/mol)

n = Perubahan bilangan oksidasi

F = Konstanta Faraday 96.500 C

Sedangkan untuk menghitung volume zat (V) hasil elektrolisis air mengikuti persamaan gas ideal, yaitu:

$$P V = n R T \text{ atau } V = \frac{n R T}{P} \dots\dots(\text{Syukri : 1999})$$

Dimana:

V = Volume (l)

P = Tekanan (Atm)

R = 0,0821 (l Atm/K mol)

T = Suhu 298 K

n = M/MR

n = Jumlah zat (mol)

M = Massa (g)

MR = Massa molekul relatif (g/mol)

Berdasarkan persamaan tersebut diketahui volume gas hidrogen H_2 yang dihasilkan bisa dihitung dari persamaan tersebut, dengan mengasumsikan sistem yang dibuat merupakan sistem gas ideal.

D. Penelitian Yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penggunaan elektroliser air. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh-pengaruh yang terjadi terhadap hasil elektrolisasi air baik pada kendaraan maupun alat lain. Adapun penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan ini adalah sebagai berikut:

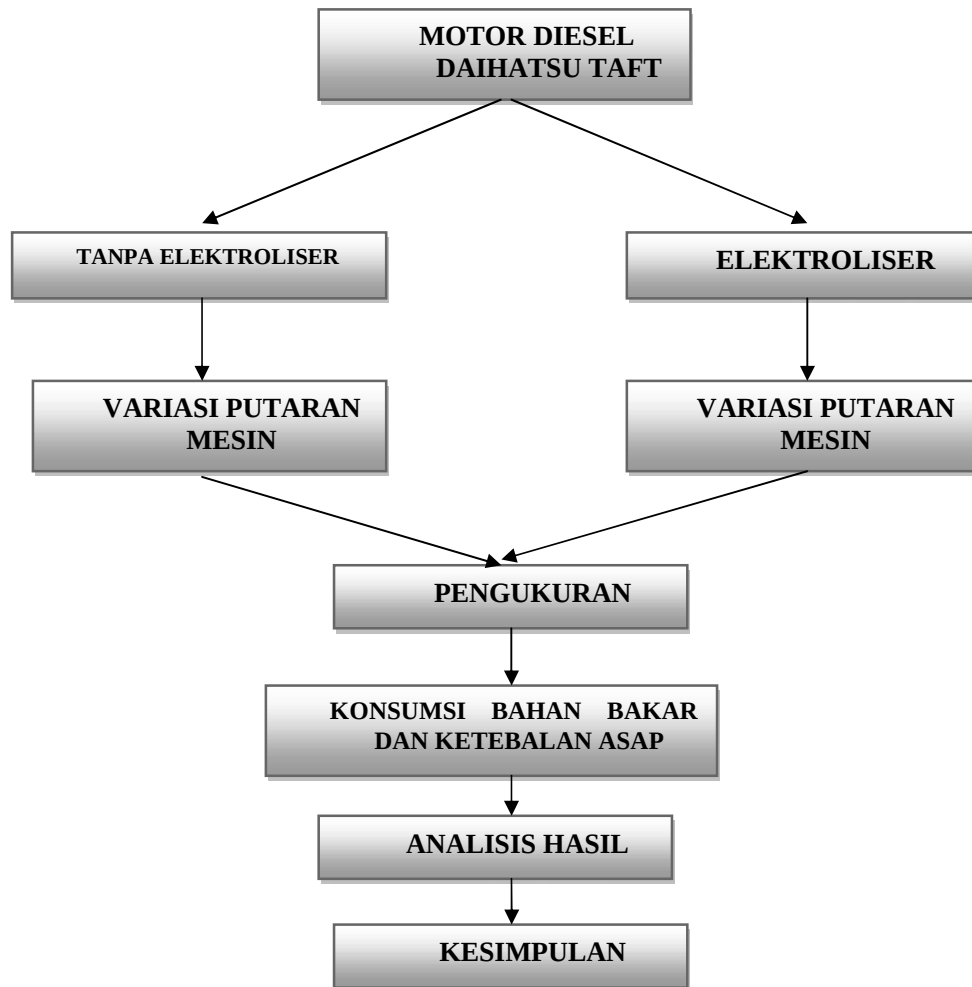
1. Arijanto, Pengujian Prestasi Mesin Isuzu Panther Menggunakan Alat Penghemat BBM Elektroliser Air. Hasil penelitian ini didapatkan kenaikan torsi hingga 18,9 % dan penghematan konsumsi bahan bakar 11 – 19 %.
2. Roziq Faizin, Pengaruh Penggunaan Elektroliser Air Dan Pemanasan Bahan Bakar Bensin Melalui Pipa Kapiler Bersirip Transversal Profil Persegi Di Dalam Upper Tank Radiator Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Toyota Kijang. Hasil penelitian ini memperoleh hasil 5,4 % penghematan bahan bakar.

E. Kerangka Konseptual

Penggunaan mesin diesel dengan bahan bakar fosil masih banyak digunakan pada saat sekarang ini. Permasalahan utama dari penggunaan bahan bakar fosil ini adalah keterbatasan, maka dari itu dilakukan penelitian untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan polusi yang ditimbulkan salah satunya

dengan cara menambahkan gas H_2 . Berdasarkan kajian teori diketahui bahwa hidrogen merupakan senyawa unsur yang bisa digunakan sebagai pendamping bahan bakar dan untuk lebih lanjutnya nantinya bisa digunakan sebagai bahan bakar utama.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada kerangka berfikir di bawah ini:



F. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan uraian dan gambaran penelitian di atas, maka sebagai dugaan awal penelitian diajukan hipotesis bahwa terdapat pengaruh penggunaan elektroliser terhadap konsumsi bahan bakar dan ketebalan asap pada mobil Daihatsu Taft Hiline.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan elektroliser pada mobil Daihatsu Taft Hilina setelah dianalisa, secara umum dapat menekan tingkat konsumsi bahan bakar. Pada putaran 650 RPM terjadi penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 14,70%, pada putaran 2100 RPM terjadi penurunan yang signifikan sebesar 34,89%, dan pada putaran 3100 RPM terjadi penurunan sebesar 30,69%.
2. Penggunaan elektroliser pada mobil Daihatsu Taft Hilina setelah dianalisa dapat menekan ketebalan asap pada setiap pengujian. Pada akselerasi 1 (2900 - 3100 RPM) terjadi penurunan ketebalan asap sebesar 44,24% dan pada akselerasi 2 (2900 - 3100 RPM) terjadi penurunan ketebalan asap sebesar 45,73 %.
3. Setelah dilakukannya analisa data secara keseluruhan dengan menggunakan uji *t*, maka diketahui bahwa hipotesis (H_a) yang penulis ajukan positif terhadap konsumsi bahan bakar dan terhadap ketebalan asap yang mana dengan penggunaan elektroliser pada mobil Daihatsu Taft Hilina memberikan dampak efisiensi yang signifikan terhadap konsumsi bahan bakar dan ketebalan asap yang dihasilkan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah lakukan, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian ini masih terbatas hanya pada beberapa putaran mesin yang mewakili, sehingga pada penelitian lanjutan agar bisa dilakukan pada putaran yang lebih tinggi.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian seberapa besar gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan oleh elektroliser.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian pada mobil yang baru tahun produksinya dan baik kondisi mesinnya sehingga keakuratan hasil penelitian bisa semakin di tingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Muri Yusuf. (2005). *Metode Penelitian*. UNP Press, Padang
- Arijanto, Toni Suryo. (2010). *Pengujian Prestasi Mesin Isuzu Panther Menggunakan Alat Penghemat BBM Elektroliser Air*. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Charles, W. Keenand. (1993). *Ilmu Kimia Untuk Universitas Jilid I*. Jakarta: Erlangga
- Daihatsu Motor. (1989). *F70, F75, F77 Engine Mechanical*. Daihatsu Motor Co Ltd
- Gay, L.R. Mills, E. Geoffrey. Airasian, Peter. (2009). *Educational Research: Competencies for analysis and applications-9th ed*. London: Pearson Education, inc
- Gupta, H.N. (2013). *Fundamentals Of Internal Combustion Engines Second Edition*. Delhi. PHI Learning Private
- Granholm, Jennifer M. (2007). *Diesel Exhaust Emissions*. New Jersey : University of Wisconsin.
- Jalius Jama, (2008). *Teknik Sepeda Motor jilid 1 kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Kementrian Pendidikan Nasional.
- Kimia Study Center. (2014). *Reaksi Sel Elektrolisis* (<http://kimiastudycenter.com/kimia-xii/63-reaksi-sel-elektrolisis>) diakses pada tanggal 13 Desember 2014 63
- H.J. Mukono. (2003). *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan saluran Pernapasan*. Surabaya: Air Langga University Press.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2006). Permen LH No. 5 Tahun 2006 Lampiran Cara Uji Kompresi-Akselerasi II. (<http://menlh.go.id>). Diakses tanggal 12 Juni 2014)
- Kristian H Sugiarto. (2004). *Kimia Anorganik I Common Textbook (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Jurusan Kimia FPMIPA UNY.
- Lipson, Charles. J. Sheth, Narendra. (1973) *Statistical Design And Analysis Of Engineering Experiment*. Michigan. McGraw-Hill Inc.