

**Kode/ Rumpun Ilmu : 435/ Teknik Industri  
Bidang Fokus : Penciptaan dan Pemanfaatan  
Energi Baru dan Terbarukan**

**LAPORAN AKHIR TAHUN  
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**RANCANGAN ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR MINYAK  
KENDARAAN BERMOTOR DENGAN MENGGUNAKAN AIR  
SEBAGAI SUPLEMENNYA**

**Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun**

**Dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat,  
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,  
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi**

**TIM PENGUSUL**

**Ketua: Ir. M. Derajat Amperajaya, MM (NIDN: 0319106601)  
Anggota: 1. Arief Suwandi, ST, MT (NIDN: 0302046805)  
2. Mukhamad Abduh, ST, MT (NIDN: 0319127407)**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
November 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancangan Alat Penghemat Bahan Bakar Minyak  
Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Air Sebagai  
Suplemennya

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : Ir MOHAMMAD DERAJAT AMPERA JAYA, M.M.  
Perguruan Tinggi : Universitas Esa Unggul  
NIDN : 0319106601  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Teknik Industri  
Nomor HP : 0816776333  
Alamat surel (e-mail) : derajat.amperajaya@esaunggul.ac.id

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : ARIEF SUWANDI S.T, M.T  
NIDN : 0302046805  
Perguruan Tinggi : Universitas Esa Unggul

**Anggota (2)**  
Nama Lengkap : MUKHAMAD ABDUH S.T, M.T  
NIDN : 0319127407  
Perguruan Tinggi : Universitas Esa Unggul

**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 58,170,000  
Biaya Keseluruhan : Rp 58,170,000

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

D.K.I. JAKARTA, 14 - 11 - 2018  
Ketua,

  
(Dr. Ir. Nofi Erni, MM)  
NIP/NIK 294060020

  
(Ir MOHAMMAD DERAJAT AMPERA  
JAYA, M.M.)  
NIP/NIK 298110102

Menyetujui,  
Ketua LPPM Universitas Esa Unggul

  
  
(Dr. Hasyim, SE, MM, MEd)  
NIP/NIK 201040164

## RINGKASAN

Semakin menipisnya cadangan minyak bumi yang berasal dari fosil, memaksa perlu dilakukannya pencarian berbagai sumber energi baru/ terbarukan (*new/ renewable energy*) ataupun berbagai upaya untuk meminimumkan/ mengefisienkan penggunaan bahan bakar konvensional yang bersumber dari fosil tersebut. Alat transportasi berupa kendaraan bermotor merupakan salah satu pengonsumsi BBM fosil terbesar di Indonesia. Berbagai upaya dilakukan untuk dapat mengurangi tingkat konsumsi BBM tersebut, maka alat penghemat BBM yang dapat dengan mudah dipasang di kendaraan bermotor dengan harga terjangkau merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi konsumsi BBM.

Yull Brown (1974) berhasil menemukan campuran sempurna gas hydrogen dan oksigen yang diperoleh dari proses elektrolisa air yang tidak membutuhkan energi listrik terlalu besar akan tetapi menghasilkan daya ledakan yang cukup besar yang dapat digunakan untuk motor bakar. Gas tersebut dinamakan *Brown Gas*. Stanley Mayer (1990) telah mematenkan temuannya yang berjudul "*Method For The Production of A Fuel Gas*" atau yang lebih populer dengan nama "*Water for Fuel Cell*" dengan mendesain mobil yang bergerak dengan bahan bakar air. Mayer menyempatkan *Brown Gas* (Hydrogen dan Oksigen) yang secara bersama-sama dengan bahan bakar dan udara dibakar seperti pada motor bakar konvensional.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan alat penghemat BBM bagi kendaraan bermotor, dengan menggunakan proses elektrolisa air *Brown* serta metode injeksi *Mayer* melalui modifikasi penggunaan material maupun bentuk berbagai komponen rancangan alatnya untuk mendapatkan gelembung *Brown* gas yang paling optimal. Gas optimal yang dihasilkan menyebabkan proses pembakaran yang lebih sempurna sehingga hasil pembakarannya pun menjadi lebih bersih dan ramah lingkungan. Komponen pembentuk rancangan menggunakan material yang mudah didapat di dalam negeri. Penelitian ini dilakukan selama 2 tahun dengan target di tahun pertama (2018) berupa draft prototype rancangan alat penghemat BBM dan draft paten sederhana (keduanya sebagai luaran wajib) dan draft artikel ilmiah pada jurnal internasional (sebagai luaran tambahan). Sedangkan target di tahun kedua (2019) yang menjadi luaran wajib berupa prototype rancangan alat penghemat BBM dengan kinerja yang lebih baik serta siap diproduksi secara massal, serta paten sederhana terdaftar. Adapun publikasi di jurnal ilmiah internasional sebagai luaran tambahannya.

Melalui 3 (tiga) kali pengujian rancangan alat pada penelitian di tahun pertama ini diperoleh hasil bahwa : Draft purwarupa rancangan alat pada beberapa komponennya yang bersentuhan dengan air telah dibuat dengan menggunakan material *stainless steel* sehingga tidak lagi berkarat. Alat rancangan ini dapat menghemat konsumsi BBM kendaraan yang diuji sebesar 9,6 % dibandingkan sebelum dipasang alat. Ada 3 (tiga) variabel dan 5 (lima) atribut lainnya yang berpengaruh terhadap banyaknya gas *Brown* yang dapat di produksi Perangkat Penghemat BBM Kendaraan Bermotor yang menggunakan air sebagai suplemennya ini. Penelitian di tahun ke-2 (tahun 2019) difokuskan untuk memperoleh kombinasi variabel dan atribut yang paling optimal dari draft rancangan alat yang dibuat.

Kata kunci : Elektrolisa Air, *Brown Gas*, *Water for Fuel Cell*. Air sebagai suplemen penghemat BBM.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT atas perkenanNYA, laporan akhir tahun ke-1 Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) yang dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi tahun anggaran 2018 dapat terselesaikan.

Penelitian dengan judul: “Rancangan Alat Penghemat Bahan Bakar Minyak Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Air Sebagai Suplemennya” ini rencananya akan dilakukan selama 2 tahun. Di akhir tahun pertama penelitian ini diperoleh hasil berupa draft purwarupa dengan material yang tidak lagi berkarat, desain bentuk pelat anoda katoda yang di ajukan sebagai draft paten sederhana, serta konsumsi BBM kendaraan yang lebih irit sebesar 9,6 % dibandingkan sebelum dipasang alat. Selain itu diperoleh pula 3 (tiga) variable serta 5 (lima) atribut lainnya yang berpengaruh terhadap banyaknya gas *Brown* yang dapat dihasilkan rancangan alat ini, yang akan di teliti lebih lanjut di tahun ke-2 (tahun 2019).

Terima kasih kepada Direktur DRPM Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristek DIKTI yang telah mendanai penelitian ini, Rektor, Ka. LPPM, Dekan Fakultas Teknik, Ka Prodi Teknik Industri, Ka Lab Proses Manufaktur Universitas Esa Unggul, serta semua pihak yang telah memfasilitasi dan mendukung terlaksananya penelitian ini. Terima kasih pula pada Prodi Teknik Industri dan Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, Prodi Teknik Industri dan Prodi Teknik Mesin Universitas Indonesia Depok, yang bersedia memberikan masukan pada kegiatan penelitian ini.

Masih banyak kekurangan yang terdapat pada laporan ini baik teknik penulisannya maupun isi materi yang dibahas. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan Tim Peneliti. Semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Jakarta, 10 November 2018

Tim Peneliti

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang dan Permasalahan .....	1
1.2. Tujuan Khusus .....	2
1.3. Urgensi Penelitian .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Prinsip Dasar Motor Bensin .....	4
2.2. Bahan Bakar Minyak (Bensin) .....	4
2.3. Sejarah <i>Water for Fuel</i> .....	5
2.4. Komponen <i>Water For Fuel</i> .....	6
2.5. Aspek Kuantitatif Elektrolisis .....	9
<b>BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....</b>	<b>11</b>
3.1 Tujuan Penelitian .....	11
3.2 Manfaat Penelitian .....	11
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
4.1 Metode Penelitian di Tahun Pertama .....	13
<b>BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI .....</b>	<b>17</b>
5.1 Pengumpulan dan Pengolahan data .....	17
5.2 Hasil dan Luaran yang Dicapai .....	27

<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	.....	29
7.1 Kesimpulan	.....	29
7.2 Saran	.....	30

DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 4.1	Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	15
Gambar 5.1	Tampak Depan Posisi Dudukan Pemegang Tabung ....	18
Gambar 5.2	Tampak Samping Posisi Dudukan Pemegang Tabung ...	18
Gambar 5.3	Pelat Elektroda Katoda .....	19
Gambar 5.4	Pelat Elektroda Anoda .....	19
Gambar 5.5	Seal Penyekat .....	19
Gambar 5.6	Pemasangan Elemen Katoda pada Baut dan Pelat Pemegang	20
Gambar 5.7	Pelat Elemen Anoda-Katoda Disekat <i>seal</i> .....	20
Gambar 5.8	Pemasangan Elemen Anoda-Katoda Berselang-seling ....	20
Gambar 5.9	Pelat Elemen Anoda-Katoda Terpasang Pada Pelat Pemegang	20
Gambar 5.10	Anoda-Katoda Terpasang Pada Tutup Tabung Elektroliser ....	21
Gambar 5.11	Elemen Anoda Katoda Terpasang Pada Tabung Elektroliser....	21
Gambar 5.12	Tabung Water Trap .....	22
Gambar 5.13	Komponen Instalasi Listrik .....	22
Gambar 5.14	Skema Rangkaian Instalasi Listrik .....	23
Gambar 5.15	Instalasi Listrik Alat Terpasang di Kendaraan .....	23
Gambar 5.16	Skema Rangkaian Instalasi Distribusi Gas <i>Brown</i> .....	24
Gambar 5.17	Tampak Depan Instalasi Distribusi Gas <i>Brown</i> Terpasang di Kendaraan .....	24
Gambar 5.18	Tampak Samping Instalasi Distribusi gas <i>Brown</i> Terpasang di Kendaraan .....	24

**DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A1. DATA HASIL PENGAMATAN

LAMPIRAN A2. DRAFT PATEN SEDERHANA

LAMPIRAN A3. DRAFT JURNAL



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang dan Permasalahan

Semakin menipisnya cadangan minyak bumi yang berasal dari fosil, memaksa perlu dilakukannya pencarian berbagai sumber energi baru/ terbarukan (*new/ renewable energy*) ataupun berbagai upaya untuk meminimumkan/ mengefisienkan penggunaan bahan bakar konvensional yang bersumber dari fosil tersebut.

70 % responden pengguna kendaraan bermotor menyatakan bahwa faktor mesin adalah faktor yang paling mempengaruhi tingkat efisiensi konsumsi BBM, maka solusi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan BBM kendaraan bermotor dapat difokuskan pada faktor mesin kendaraan (Amperajaya & Sudrajat, 2012). Kendaraan bermotor baik milik pribadi maupun kendaraan umum seperti mobil dan sepeda motor merupakan salah satu pengonsumsi bahan bakar fosil yang terbesar di Indonesia. Para produsen kendaraan bermotor terus berupaya untuk mengembangkan mesin kendaraannya yang makin irit bahan bakar sekaligus ramah lingkungan. Instansi riset pemerintah seperti BPPT, Puspiptek, LIPI, serta berbagai Perguruan Tinggi termasuk Perguruan Tinggi Swasta juga terus berupaya mengembangkan penggunaan BBM terbarukan maupun BBM yang hemat. Pemerintah melalui kebijakan yang dibuat oleh kementerian terkait seperti Kementerian ESDM hingga Kemenristek Dikti secara operasional masih belum dapat memberikan hasil yang optimal. Berbagai kendala yang dihadapi terkait dengan pengembangan energi baru dan terbarukan khususnya untuk BBM kendaraan bermotor ini sangat kompleks. Berbagai kendala yang dapat disebutkan di sini seperti masih sangat terbatasnya ketersediaan SPBU untuk kendaraan Biogas dan Biodiesel, bahkan Biofuel masih sebatas riset. Biaya proses pengolahan bahan baku/ material energi baru dan terbarukan untuk siap digunakan sebagai BBM yang masih mahal karena membutuhkan jumlah/ volume yang besar. Biaya modifikasi mesin untuk menyesuaikan dengan spesifikasi BBM yang digunakan juga mahal karena beberapa material komponen mesin masih harus diimpor. Bahan kimia tambahan/ penunjang yang berfungsi sebagai katalis yang juga masih harus diimpor. Dan lain sebagainya. Kondisi dan situasi inilah yang menyebabkan alat transportasi di Indonesia khususnya kendaraan bermotor masih sepenuhnya menggunakan BBM yang bersumber dari fosil tersebut.

Universitas Esa Unggul, salah satu Perguruan Tinggi Swasta di Jakarta Barat berupaya untuk memberikan kontribusi nyata pada penyelesaian masalah BBM kendaraan bermotor melalui usulan rancangan alat penghemat BBM. Alat tersebut menggunakan komponen yang mudah didapatkan di dalam negeri.

## **1.2 Tujuan Khusus**

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk merancang perangkat sederhana yang berfungsi untuk mengubah air menjadi gas melalui proses elektrolisis dimana gas tersebut kemudian di pasok ke dalam ruang bakar mesin kendaraan bermotor sehingga akan meningkatkan efisiensi penggunaan BBM nya menjadi lebih irit karena pembakaran lebih sempurna dan gas buang sisa pembakaran lebih bersih sehingga kendaraan lebih ramah lingkungan. Melalui penelitian di tahun ke-1 akan didapat draft rancangan perangkat penghemat BBM dengan menggunakan komponen-komponen yang terbuat dari material yang mudah didapat di dalam negeri, serta melakukan pengukuran kinerjanya. Sedang penelitian di tahun ke-2 menitik beratkan pada penyempurnaan rancangan purwarupa (*prototipe*) yang di hasilkan dari penelitian di tahun sebelumnya dengan melakukan modifikasi rancangan untuk meningkatkan efisiensi BBMnya serta berupaya agar rancangan dapat diproduksi secara massal/ komersial. Dengan demikian maka penelitian tahun ke-1 ini memiliki tujuan khusus yaitu:

1. Merancang alat untuk mengubah air menjadi gas melalui proses elektrolisis dimana gas tersebut sebagai suplemen penambah pasokan udara pada proses pembakaran di ruang bakar mesin pembakaran dalam kendaraan bermotor.
2. Mengukur kinerja alat rancangan melalui pengukuran konsumsi BBM kendaraan bermotor yang menggunakannya.

## **1.3 Urgensi Penelitian**

Upaya penghematan energi yang bersumber dari fosil seperti BBM kendaraan bermotor sudah bukan lagi wacana atau himbauan tetapi sudah pada tahapan langkah nyata. Perguruan tinggi seperti Universitas Esa Unggul juga diharapkan menjadi salah satu pusat riset dan pengembangan energi baru dan terbarukan. Universitas Esa Unggul juga berharap dapat memberikan kontribusi nyata pada berbagai upaya pemanfaatan energi baru terbarukan termasuk upaya-upaya penghematan BBM kendaraan bermotor. Langkah nyata tersebut dapat dimulai dari tahapan penelitian untuk merancang alat

penghemat BBM dengan menggunakan bahan baku energi primer sebagai suplemen yang ada di sekitar kita yaitu air dan material komponen penyusun alat penghemat BBMnya yang mudah diperoleh di dalam negeri. Penelitian di tahun pertama ini akan menghasilkan draft purwarupa (*prototipe*) alat penghemat BBM tersebut. Kinerja alat penghemat tersebut akan diukur secara langsung melalui pengukuran tingkat konsumsi BBM kendaraan bermotor yang menggunakannya.

Tabel 1.1 Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran				Indikator Capaian		
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan	TS	TS+1	
1	Artikel ilmiah dimuat di jurnal	Internasional bereputasi					
		Nasional Terakreditasi		√	Draft	Submitted	
2	Artikel ilmiah dimuat di prosiding	Internasional Terindeks					
		Nasional					
3	Invited speaker dalam temu ilmiah	Internasional					
		Nasional					
4	Visiting Lecturer	Internasional					
5	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten					
		Paten Sederhana	√		Draft	Terdaftar	
		Hak Cipta					
		Merek dagang					
		Rahasia dagang					
		Desain Produk Industri					
		Indikasi Geografis					
6	Teknologi Tepat Guna						
7	Model/ Purwarupa/ Desain/ Karya Seni/ Rekayasa Sosial		√		Draft	Prototipe	
8	Buku Ajar (ISBN)						
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)				4	5	

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Prinsip Dasar Motor Bensin

Menurut Wiranto Aris Munandar ( 1988 ) secara umum pengertian motor bakar diartikan sebagai pesawat yang dapat mengubah suatu bentuk energi *thermal* menjadi energi mekanik. Motor bakar dapat pula diartikan sebagai pesawat dan energi dimana kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar dalam pesawat itu sendiri. Oleh karena itu, motor bakar yang pembakarannya terjadi di dalam pesawat itu sendiri disebut pesawat tenaga dengan pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*).

Pada mulanya perkembangan motor bakar torak dengan motor bakar bensin ditemukan oleh Nichollus Otto pada tahun 1876. Karena bentuknya kecil, tenaganya besar, dan mudah dihidupkan, serta sangat praktis, maka memberinya kemungkinan untuk dapat digunakan diberbagai lapangan kerja dengan beragam fungsi kerja.

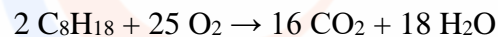
Motor bakar torak (*piston*) menggunakan torak tunggal atau beberapa torak. Fungsi torak adalah sebagai komponen pemampat udara untuk proses pembakaran pada ruang bakar. Ledakan yang terjadi akibat percikan api (mesin bensin) atau kompresi/tekanan udara yang sangat tinggi (mesin diesel) bertemu dengan bahan bakar dan udara pada ruang bakar saat proses pembakaran, menghasilkan gaya dorong yang besar dari torak ke batang torak (*connecting rod*), kemudian gaya dorong tersebut diteruskan ke poros engkol (*crank shaft*) mengakibatkan poros engkol berputar.

Motor bakar terbagi menjadi 2 (dua) jenis utama, yaitu motor diesel dan motor bensin. Perbedaan umum terletak pada sistem penyalan. Penyalan pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan bunga api listrik yang dipercikan oleh busi (*spark plug*). Mesin jenis ini sering juga disebut *Spark Ignition Engine*. Sedangkan pada motor diesel penyalan terjadi karena kompresi yang tinggi di dalam ruang bakar kemudian bahan bakar disemprotkan melalui *nozzle*. Mesin jenis ini sering juga disebut *Compression Ignition Engine* (Bhardwaj, Verma, & Sharma, 2014).

#### 2.2 Bahan Bakar Minyak (Bensin)

Berdasarkan : *Encyclopedia Of Chemical Technology, Third Edition* (1981: 399) yang diakses pada tanggal 20 april 2017. Bensin (premium) merupakan salah satu fraksi dari penyulingan minyak bumi yang diberi zat tambahan atau aditif, yaitu *Tetra Ethyl*

*Lead* (TEL). Premium mempunyai rumus empiris *Ethyl Benzene* (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>). Premium adalah bahan bakar jenis desilat berwarna kuning akibat adanya zat berwarna tambahan. Penggunaan premium pada umumnya adalah untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti mobil, sepeda motor, dll. Bahan bakar ini juga sering disebut *motor gasoline* atau *petrol* dengan angka oktan adalah 88, dan mempunyai titik didih 30°C – 200°C. Adapun rumus kimia untuk pembakaran pada bensin premium adalah sebagai berikut:



Pembakaran di atas diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna.

Komposisi bahan bakar bensin, yaitu:

- a. Bensin (*gasoline*) C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>
- b. Berat jenis bensin 0,65 – 0,75
- c. Pada suhu 40° bensin menguap 30 – 65%
- d. Pada suhu 100° bensin menguap 80 – 90%

### 2.3 Sejarah *Water For Fuel*

Menurut <http://randaka.wordpress.com/2010/03/25/entiene-lenoirpenemu-mesin-2-tak/> diakses tanggal 9 April 2017. Francois Isaac de Rivaz (1807) seorang ilmuwan asal Swiss. Ketika ia melakukan penelitian, minyak bumi pada saat itu belum ditemukan dan belum digunakan sebagai bahan bakar. Ia merancang dan membuat sendiri mesin pembakaran dalam, yang merupakan pertama kalinya seorang ilmuwan menggunakan gas hidrogen untuk menggerakkan mesin dengan cara mengelektrolisis air. Namun penelitiannya masih belum berhasil.

Bersumber dari <http://teknologi.kompasiana.com/terapan/2010/05/25/bahan-bakar-air/> diakses pada tanggal 9 April 2017. Yull Brown (1974) professor dari Sydney, Australia berhasil menemukan campuran sempurna gas hidrogen dan oksigen yang diperolehnya melalui suatu proses elektrolisa air (hidrolisa) yang tidak membutuhkan energi listrik terlalu besar, bahkan menghasilkan daya ledakan (*explosivity*) yang cukup besar yang dapat dimanfaatkan untuk motor bakar. Profesor Brown kemudian menamakan campuran gas yang eksplosif tadi sebagai Gas Brown (*Brown Gas*).

“Bahan Bakar dari Air” (Eddie Santosa, Detik News) telah dipatenkan Stanley Mayer pada 1990 dengan mendesain mobil yang bergerak dengan bahan bakar air. Mayer

telah mematenkan temuannya di AS dengan nomor US Patent 4.936.961 yang berjudul “*Method For The Production Of a Fuel Gas* “. Mayer mengklaim bahwa temuannya yang dipopulerkan dengan nama “*Water For Fuel Cell*“ itu mampu memecah air ( $H_2O$ ) menjadi Hidrogen (H) dan Oksigen ( $O_2$ ). Mobil bermesin Volkswagen itu mampu melesat dengan menggunakan air sebagai pengganti bensin. Mayer membuat injeksi untuk menyemprotkan uap ke silinder (ruang bakar), dimana uap air itu kemudian dipecah menjadi Hidrogen dan Oksigen, yang kemudian bersama-sama dengan bahan bakar dan udara dibakar seperti pada motor bakar konvensional.

Berdasarkan “Mengehemat BBM dengan Air” – Green Skitech. Sutrisno, D (2006) uji coba dapat dilakukan dengan memisahkan hidrogen dalam air melalui proses elektrolisa yang ditandai dengan keluarnya gelembung-gelembung udara di dalam air tersebut. Hidrogen yang dihasilkan oleh elektrolisa pada dasarnya untuk meningkatkan efisiensi proses pembakaran yang terjadi di dalam silinder (ruang bakar) mesin. Berdasarkan informasi tentang “BMW Pertimbangkan *Hidrogen Fuel Cell Hybrid*” – Media Indonesia.com. Chadie, (2013), produsen mobil Jerman Bayerische Motoren Werke (BMW) tengah mengembangkan pembangkit daya *Hybrid Hydrogen* yang memungkinkan untuk di produksi massal pada tahun 2018. Pembangkit daya ini terdiri dari mesin bensin, *Fuel Cell* berdaya 7 hp dan motor listrik berdaya 110 hp. Pada kecepatan rendah, *Fuel Cell* hidrogen menyuplai daya pada motor listrik untuk memutar roda belakang, saat mesin membutuhkan kecepatan lebih tinggi mesin bensin menggerakkan roda bagian depan. Yang terpenting pada sistem ini adalah kedua sumber penggerak ini ( motor listrik dan mesin bensin ) dapat bekerja bersamaan untuk akselerasi yang lebih cepat.

#### **2.4 Komponen *Water For Fuel***

*Water For Fuel* adalah sebuah alat elektrolisa air (*electrolyser*) dengan proses mengalirkan arus listrik searah (DC) ke arah katoda dan anoda yang memiliki desain tertentu. Elektroda tersebut direndam di dalam air suling yang telah ditambah oleh katalis di dalam tabung vakum. Ketika arus listrik mengalir, timbul magnet pada elektroda yang dapat memecah unsur pada air ( $H_2O$ ) menjadi gas HHO (gas Brown). Gas HHO yang telah berhasil dipecah dari unsur  $H_2O$  dialirkan menuju ruang bakar, yang akan dicampur dengan bahan bakar minyak dan udara yang kemudian dibakar. Dengan demikian maka volume bahan minyak yang dibakar menjadi lebih sedikit karena telah tergantikan oleh

gas HHO yang juga mudah terbakar. Sehingga proses pembakaran ini membutuhkan volume bahan bakar minyak yang lebih sedikit akan tetapi terjadi pembakaran lebih sempurna serta gas buang yang lebih ramah lingkungan karena rendahnya kadar CO yang terbentuk (Leelakrishnan, Lokesh, & Suriyan, 2013).

#### 2.4.1 Katalis

Merujuk pada informasi yang diperoleh pada Wikipedia Indonesia, yang diakses pada tanggal 20 April 2017. Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur pilihan dengan [energi aktivasi](#) yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi.

Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama, yaitu: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (atau [substrat](#)) untuk sementara terjerat. Ikatan dalam substrat–substrat menjadi lemah sedemikian sehingga memadai terbentuknya produk baru. Ikatan antara produk dan katalis lebih lemah, sehingga akhirnya terlepas. Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi, dalam suatu proses yang memulihkan katalisnya. Berikut ini merupakan skema umum reaksi katalitis, di mana C melambangkan katalisnya:



Meskipun katalis (C) termakan oleh reaksi 1, namun selanjutnya dihasilkan kembali oleh reaksi 2, sehingga untuk reaksi keseluruhannya menjadi,



#### 2.4.2 Material *Stainless Steel*

Berdasarkan [http://id.wikipedia.org/wiki/Baja\\_tahan\\_karat](http://id.wikipedia.org/wiki/Baja_tahan_karat) yang diakses pada tanggal 26 april 2017. *Stainless Steel* atau yang lebih dikenal sebagai baja tahan karat adalah senyawa **besi** yang mengandung setidaknya 10,5% **kromium** untuk mencegah proses **korosi** (berkaratnya logam). Kemampuan tahan karat diperoleh dari terbentuknya lapisan film **oksida** kromium, dimana lapisan oksida ini menghalangi proses oksidasi besi (Ferum). Pada [http://www.chem-is-try.org/tanya\\_pakar/mengapa\\_stainless\\_steel\\_tidak\\_berkarat/.com](http://www.chem-is-try.org/tanya_pakar/mengapa_stainless_steel_tidak_berkarat/.com) yang diakses pada tanggal 26 april 2017. Di dapat bahwa *Stainless steel* dapat bertahan dari serangan karat berkat interaksi bahan-bahan campurannya dengan alam. *Stainless steel* terdiri dari besi, *chrome*, *mangan*, *silikon*, *carbon* dan seringkali *nikel* and *molibdenum* dalam jumlah yang cukup banyak. Elemen-elemen ini bereaksi dengan oksigen yang ada di air dan udara membentuk sebuah lapisan yang sangat tipis dan stabil yang mengandung produk dari proses karat/ korosi yaitu metal oksida dan hidroksida. *Chrome*, bereaksi dengan oksigen, *chrome* juga memegang peranan penting dalam pembentukan lapisan korosi ini. Pada kenyataannya, semua *stainless steel* mengandung paling sedikit 10% *crom* (Cr).

Besi biasa, berbeda dengan *stainless steel*, permukaannya tidak dilindungi apapun sehingga mudah bereaksi dengan oksigen dan membentuk lapisan  $Fe_2O_3$  atau ferro-oksida yang terus menerus bertambah seiring dengan berjalannya waktu. Lapisan korosi ini makin lama makin menebal dan kita kenal sebagai ‘karat’.

#### 2.4.3 Sel Elektrokimia

Elektrokimia adalah disiplin ilmu kimia yang mempelajari tentang perubahan zat yang menghasilkan arus listrik atau perubahan kimia yang disebabkan oleh arus listrik. Ada dua macam sel elektrokimia, yaitu sebagai berikut:

1. Sel Volta ( Sel Galvani )

Dalam sel ini energi kimia diubah menjadi energi listrik atau reaksi reduksi dan oksidasi menghasilkan arus listrik.

2. Sel Elektrolisis

Dalam sel ini energi listrik diubah menjadi energi kimia atau arus listrik menghasilkan reaksi oksidasi dan reduksi.

Dalam sel – sel tersebut, reaksi reduksi dan oksidasi berlangsung pada elektrode–electrode. Elektrode tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut *anode* sedangkan elektrode tempat terjadinya reaksi reduksi disebut *katode*.



#### 2.4.4 Sel Elektrolisa

Elektrolisis adalah sebuah peristiwa penguraian elektrolit dalam sel elektrolisis oleh arus listrik. Arus listrik berasal dari sumber arus baterai atau aki yang menghasilkan arus searah (DC). Reaksi pada sel elektrolisis tidak spontan karena hanya berproses apabila memperoleh arus dari sumber arus. Banyak zat yang dibuat dengan cara elektrolisis. Misalnya, Hidrogen dan Oksigen dibuat dengan cara mengelektrolisis air, sedangkan logam Natrium dan gas Klor dibuat dengan cara mengelektrolisis larutan NaCl, serta banyak logam yang dibuat dari elektrolisis larutan garam.

Logam kurang mulia dapat dilapis dengan logam mulia dengan cara elektrolisis. Metode ini dikenal dengan metode penyepuhan (*electroplating*). Kegunaan lain dari elektrolisis adalah untuk memurnikan zat. Prinsip dasar elektrolisis berlawanan dengan sel volta, yaitu sebagai berikut

1. Proses elektrolisis mengubah energi listrik menjadi energi kimia.
2. Reaksi elektrolisis merupakan reaksi tidak spontan, hal ini disebabkan karena elektrolisis melibatkan energi listrik dari luar.

Reaksi elektrolisis berlangsung didalam elektrolisis, yang terdiri dari satu jenis larutan atau leburan elektrolit dan memiliki dua macam elektrode, yaitu:

- a. Elektrode (-) atau katoda adalah elektrode yang dihubungkan dengan kutub negatif (-) sumber arus listrik.
- b. Elektrode (+) atau anode adalah elektrode yang dihubungkan dengan kutub positif (+) sumber arus listrik.

Jadi, katode merupakan kutub negatif, anode kutub positif. Persamaan sel elektrolisis dengan sel volta, adalah sebagai berikut:

1. Pada katode terjadi reduksi.
2. Pada anode terjadi oksidasi.

#### 2.5 Aspek Kuantitatif Elektrolisis

Hukum dasar elektrolisis disusun dan ditulis oleh Michael Faraday (1791–1867). Faraday menemukan hubungan kuantitatif antara massa zat yang dihasilkan dengan jumlah listrik yang digunakan selama elektrolisis berlangsung. Hasil percobaan tersebut dikenal dengan hukum Faraday.

1. Hukum Faraday I

*Massa zat yang terbentuk pada masing–masing electrode sebanding dengan kuat arus/ arus listrik yang mengalir pada elektrolisis tersebut.*

Muatan listrik 1 Coulumb (C) = Muatan listrik yang ada jika arus sebesar 1 Ampere (A) mengalir selama 1 detik.

2. Hukum Faraday II

*Jika sejumlah muatan listrik yang sama dilewatkan pada beberapa zat elektrolit yang berbeda, massa yang diendapkan atau dibebaskan sebanding dengan massa ekuivalennya ( $e$ )*

$$e = \frac{\text{massa atom relatif}}{\text{jumlah elektron yang diterima atau dibebaskan tiap mol}}$$

## BAB III

### TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### 3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang perangkat sederhana yang berfungsi untuk mengubah air menjadi gas melalui proses elektrolisis dimana gas tersebut akan digunakan sebagai pencampur bahan bakar kendaraan bermotor. Gas hasil elektroliser tersebut (gas Brown) kemudian di pasok ke dalam ruang bakar mesin kendaraan bermotor sehingga akan membantu proses pembakaran menjadi lebih sempurna. Hasil pembakaran lebih sempurna karena unsur hidrokarbon yang dikonsumsi di dalam ruang bakar lebih sedikit, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan BBM nya menjadi lebih irit serta gas buang sisa pembakaran menjadi lebih bersih dan kendaraan bermotor menjadi lebih ramah lingkungan.

Penelitian direncanakan untuk dilakukan selama 2 (dua) tahun, dimana ditahun pertama ini memiliki 2 (dua) tujuan khusus yaitu: pertama, merancang alat untuk mengubah air menjadi gas (gas Brown) melalui proses elektrolisis dimana gas tersebut sebagai suplemen penambah pasokan udara pada proses pembakaran di ruang bakar mesin pembakaran dalam kendaraan bermotor, dengan menggunakan material yang mudah didapatkan di pasaran. Tujuan khusus kedua yaitu, mengukur kinerja alat rancangan melalui pengukuran konsumsi BBM kendaraan bermotor yang menggunakannya. Adapun tujuan khusus penelitian ini ditahun kedua yaitu, menyempurnakan rancangan purwarupa (*prototipe*) yang di hasilkan dari penelitian di tahun sebelumnya dengan melakukan modifikasi rancangan untuk meningkatkan efisiensi BBMnya serta berupaya agar rancangan dapat diproduksi secara massal/ komersial.

#### 3.2 Manfaat Penelitian

Rancangan alat penghemat BBM ini menggunakan air sebagai suplemennya. Air yang ada disekitar kita dapat dimanfaatkan sebagai sumber energy untuk mengurangi kebutuhan BBM yang berasal dari fosil. Dengan menggunakan air sebagai suplemen BBM yang berarti mengurangi kebutuhan akan BBM itu sendiri, maka selain konsumsi BBM menjadi lebih irit, hasil pembakarannyapun menjadi lebih sempurna sehingga emisi gas buangnya menjadi lebih bersih dan lebih ramah lingkungan.

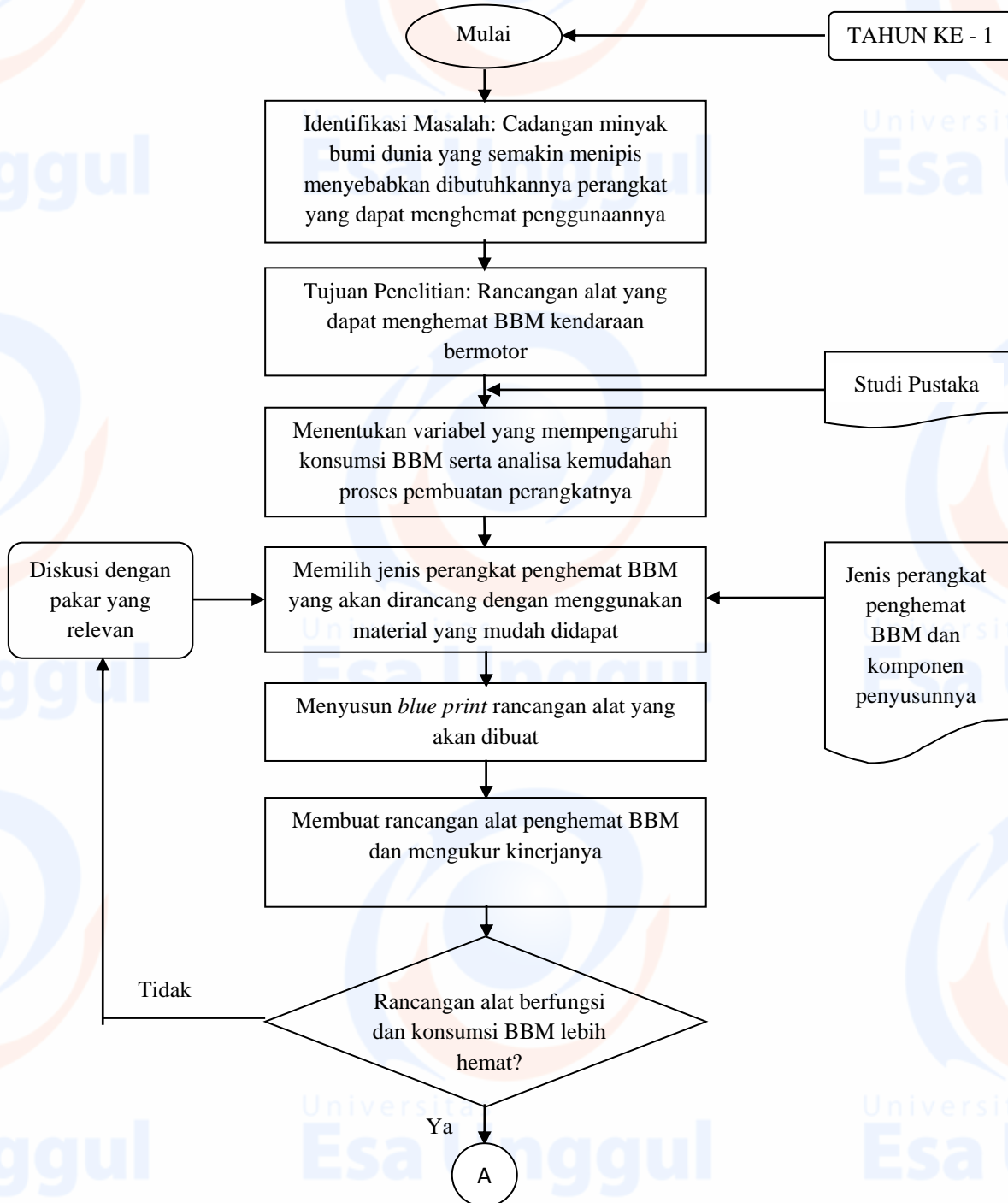
Alat penghemat BBM ini didesain dan dibuat dengan menggunakan material yang mudah didapatkan di sekitar kita. Diharapkan dengan kesederhanaan rancangan dan kemudahan pemerolehan materialnya maka akan banyak pengguna kendaraan bermotor secara individu dan mandiri dengan pemahaman system kelistrikan kendaraan bermotor yang minim, dapat membuat bahkan mengembangkan alat penghemat BBM ini sesuai jenis kendaraan bermotornya.

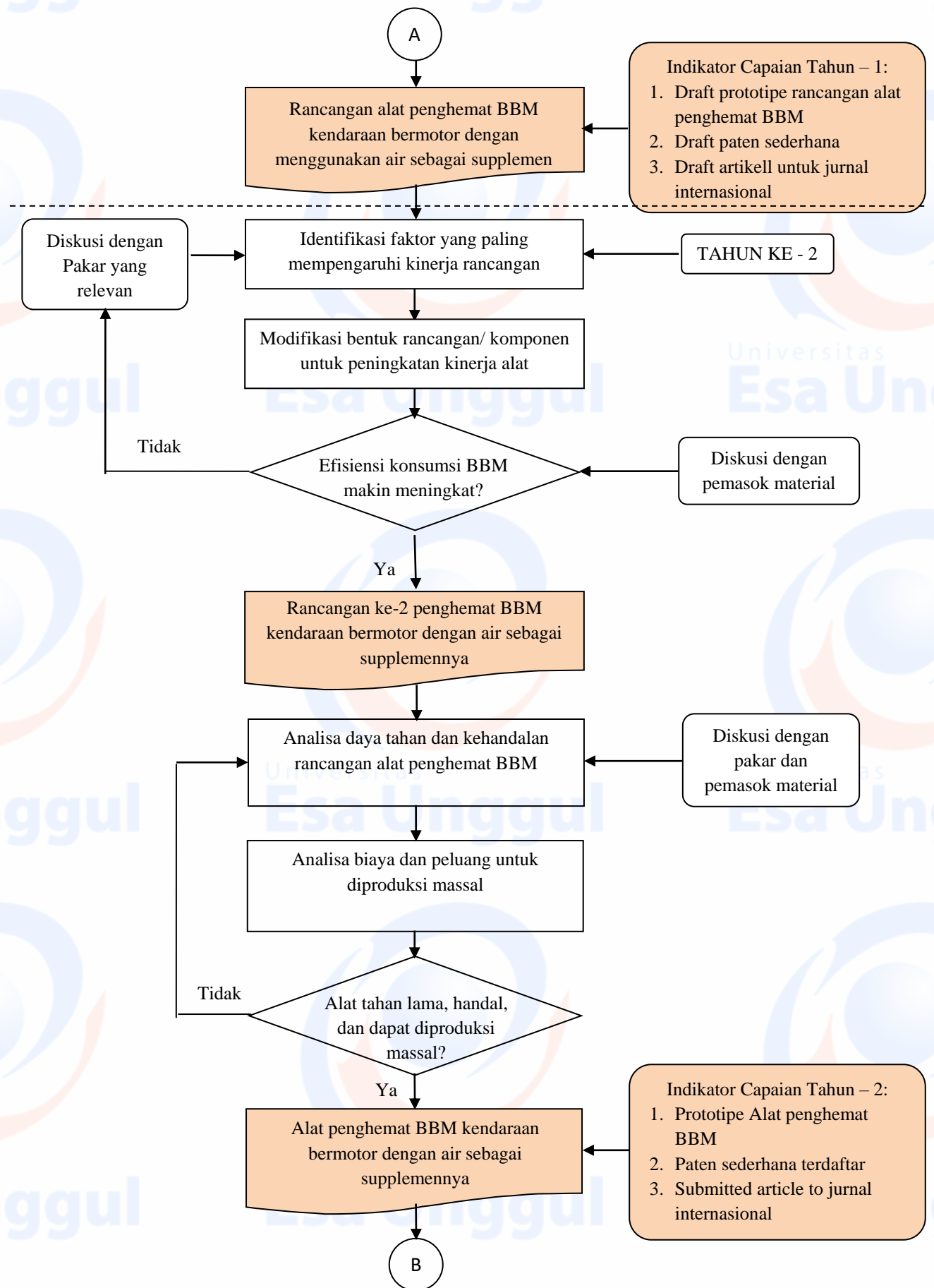
BAB IV

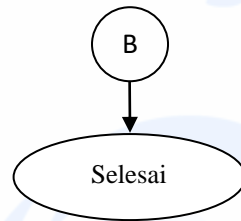
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan tahapan seperti tampak pada gambar 4.1 di bawah

ini.







*Gambar 4.1*  
*Diagram Alir Tahapan Penelitian*

Penelitian dimulai dari identifikasi masalah yaitu makin menipisnya bahan bakar minyak bumi yang berasal dari fosil. Berbagai upaya dilakukan untuk memecahkan masalah tersebut mulai dari penelitian tentang pemanfaatan energi baru dan terbarukan hingga perancangan alat untuk menghemat konsumsi bahan bakar minyak bumi tersebut.

Hingga saat ini sumber energi primer bahan bakar minyak bumi yang berasal dari fosil masih belum tergantikan oleh sumber energi primer lainnya dari sisi efisiensi produksinya. Salah satu pengguna/ pengonsumsi bahan bakar minyak bumi terbesar adalah kendaraan bermotor. Maka penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang dapat menghemat konsumsi BBM kendaraan bermotor.

Konsumsi BBM pada kendaraan bermotor dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain:

- Fungsi kendaraan bermotor;  
Kendaraan yang untuk kerja berat, untuk kecepatan tinggi, dan untuk membawa muatan banyak, maka membutuhkan konsumsi BBM yang lebih banyak.
- Perilaku berkendara;  
Pengendara yang sering menekan pedal gas dalam-dalam dan menekan rem dalam-dalam maka kendaraannya membutuhkan BBM lebih banyak.
- Kondisi lalu lintas dan kualitas jalan;  
Lalu lintas yang padat/ macet serta kondisi jalan yang rusak bergelombang menyebabkan kendaraan membutuhkan konsumsi BBM yang lebih banyak.

Dengan demikian maka perlu diidentifikasi berbagai variabel dan atribut yang paling mempengaruhi konsumsi BBM serta dikaji tingkat kemudahan proses pembuatan alat penghemat BBM tersebut. Tahap berikutnya pemilihan jenis perangkat penghemat BBM dengan mempertimbangkan penggunaan komponen-komponen yang mudah didapatkan di

dalam negeri. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan *blue print* (cetak biru) rancangan alat. Dengan berpedoman pada cetak biru, proses pembuatan alat penghemat BBM tersebut dilakukan. Dimulai dari pembuatan komponen-komponennya hingga perakitannya. Rancangan alat akan diuji coba apakah berfungsi, serta diukur kinerjanya melalui pengukuran tingkat konsumsi BBM kendaraan bermotor yang menggunakannya. Jika ya, maka penelitian dilanjutkan. Jika tidak, maka penelitian akan kembali pada pemilihan jenis perangkat beserta komponen-komponen pendukungnya. Draft prototipe rancangan alat penghemat BBM tersebut merupakan indikator capaian tahun ke-1 selain draft artikel untuk jurnal nasional terakreditasi serta draft paten.

Memasuki tahun ke-2 penelitian dimulai dengan identifikasi faktor yang paling berpengaruh terhadap kinerja alat. Modifikasi bentuk rancangan alat ataupun komponen penyusunnya diperlukan untuk meningkatkan kinerja alat penghemat BBM tersebut. Hasil penyempurnaan itu akan diuji kembali untuk mengetahui kinerjanya yaitu apakah efisiensi konsumsi BBM makin meningkat (konsumsi BBM makin irit)? Jika ya, maka penelitian dilanjutkan, jika tidak maka perlu dilakukan modifikasi kembali. Jika ya, maka rancangan alat ke-2 hasil penyempurnaan tersebut akan dianalisa daya tahan dan keandalannya. Akan dianalisa pula dari sisi biaya serta peluang untuk diproduksi secara massal. Jika ya, maka prototipe siap diproduksi secara massal. Jika tidak, maka perlu dilakukan analisa kembali dengan melibatkan pakar yang relevan dan pemasok material komponen. Prototipe rancangan alat ke-2 itu menjadi indikator capaian tahun ke-2 selain artikel submitted untuk jurnal nasional terakreditasi serta paten terdaftar.



## BAB V

### HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

#### 5.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Beragam rancangan alat penghemat bahan bakar minyak (BBM) dengan menggunakan air sebagai suplemennya, merupakan pengembangan lanjutan dari “*Method For The Production of a Fuel Gas*” yang telah dipatenkan oleh Stanley Mayer (1990) dengan nomor US Patent 4.936.961. Temuannya yang dipopulerkan dengan nama “*Water For Fuel Cell*” itu mampu memecah air (H<sub>2</sub>O) menjadi gelembung gas HHO yang biasa disebut gas Brown (1974).

Dengan mempertimbangkan bahwa penelitian ini adalah kelanjutan dari penelitian terdahulu yang berjudul “Rancangan Perangkat *Water For Fuel* Sebagai Upaya Peningkatan Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Minyak Kendaraan Bermotor” (Amperajaya & Sudrajat, 2012), maka secara umum perancangan alat penghemat bahan bakar minyak kendaraan bermotor dengan menggunakan air sebagai suplemennya melalui beberapa tahapan yang sama dengan penelitian yang sebelumnya, tetapi digunakan untuk jenis kendaraan yang berbeda. Penelitian terdahulu untuk kendaraan roda dua (Honda Vario 2012) sedangkan penelitian saat ini untuk kendaraan roda empat (Chevrolet Trooper 1992). Adapun tahapan proses penelitian yaitu:

1. Penentuan variable dan atribut dasar alat rancangan.
2. Pembuatan perangkat tabung elektroliser.
3. Pembuatan perangkat tabung *water trap*.
4. Pembuatan rangkaian instalasi kelistrikan.
5. Pembuatan rangkaian instalasi distribusi gas Brown.
6. Pemeriksaan dan pengukuran kinerja alat.

Rancangan alat penghemat BBM ini akan diinstalasi pada kendaraan bermotor jenis roda empat SUV buatan tahun 1992 bermesin bensin 2300 CC Carburetor. Pemilihan jenis mobil ini karena berteknologi konvensional (tanpa ECU), memiliki ruang mesin relative besar, dan boros BBM. Dari hasil pengukuran penggunaan BBM kendaraan tersebut diperoleh rasio konsumsinya sebesar 1 : 5,32, yang artinya 5,32 km perliter (Lampiran A.1).

1. Penentuan variable dan atribut dasar alat rancangan.

Hasil diskusi tim dalam menentukan variable dan atribut yang mempengaruhi alat rancangan, maka dapat diperoleh bahwa variabel dasar alat rancangan ada 2 (dua), yaitu: 1. Alat rancangan harus menggunakan material yang mudah didapat di sekitar area penelitian dengan harga yang terjangkau, 2. Alat rancangan harus menggunakan material yang tahan karat terutama perangkat yang bersentuhan dengan air. Adapun atribut dari kedua variabel dasar ini yaitu penggunaan material-material yang mudah didapat, harga terjangkau, serta tahan karat tersebut akan di terapkan pada perangkat tabung elektroliser, perangkat *water trap*, instalasi kelistrikan, instalasi distribusi gas *Brown*, serta jenis katalis yang digunakan.

Pada tahapan ini juga dilakukan perencanaan sekaligus pembuatan dudukan (*bracket*) pemegang berbagai perangkat alat penghemat BBM yang digunakan, terutama dudukan pemegang Perangkat Tabung Elektroliser dan Perangkat Tabung *Water Trap*. Selain karena kedua perangkat ini berukuran relative besar yang membutuhkan area relative luas di dalam ruang mesin kendaraan, dudukan pemegang kedua perangkat ini juga direncanakan akan dipasang pada posisi-posisi mur baut yang telah ada di dalam ruang mesin kendaraan. Rancangan alat penghemat BBM ini akan diinstalasi pada kendaraan bermotor jenis roda empat SUV buatan tahun 1992 bermesin bensin 2300 CC Carburator. Pemilihan jenis mobil ini karena berteknologi konvensional (tanpa ECU), memiliki ruang mesin relative besar, dan boros BBM. Pada gambar 5.1 dan 5.2 terlihat posisi dudukan pemegang tabung beserta tabung elektroliser serta tabung *water trap* yang dipasang pada mobil SUV yang dipilih.



*Gambar 5.1*  
*Tampak Depan Posisi Dudukan*  
*Pemegang Tabung, Tabung*  
*Elektroliser dan Water Trap*



*Gambar 5.2*  
*Tampak Samping Posisi Dudukan*  
*Pemegang Tabung, Tabung*  
*Elektroliser dan Water Trap*

Pada tahapan ini juga dilakukan pemasangan pelat pelindung panas pada bagian manifold kendaraan untuk mengurangi panas yang mengarah pada kedua tabung.

## 2. Pembuatan perangkat tabung elektroliser.

Pada tahapan ini dimulai dengan pengadaan material yang dibutuhkan. Material yang dipilih adalah yang mudah didapat dengan harga yang terjangkau dan tahan karat. Beberapa komponen utama pada perangkat tabung elektroliser adalah sebagai berikut:

1. Tabung elektroliser yang biasa digunakan untuk tabung filter air tanah rumah tangga, isi maks. 1250 ml. Dimensi tabung  $\varnothing$  120 mm x 280 mm. Tabung ini memiliki sekat karet di sekeliling tutupnya yang berarti tabung ini bersifat vakum.
2. Pelat stainless steel untuk elemen anoda berukuran 170 mm x 50 mm x 0,4 mm.
3. Pelat stainless steel untuk elemen katoda berukuran 140 mm x 45 mm x 1,5 mm.
4. Pelat stainless steel pemegang anoda dan katoda berukuran 175 mm x 20 mm x 2 mm.
5. Baut panjang berukuran M6 x 70 mm dan mur M6 stainless steel pengikat elemen anoda dan katoda.
6. Seal penyekat yang terbuat dari selang karet.

Gambar 5.3, 5.4, dan 5.5 di bawah ini menunjukkan berbagai bentuk komponen utama yang dibuat dan digunakan pada perangkat tabung elektroliser.



Gambar 5.3  
Pelat elektroda katoda



Gambar 5.4  
Pelat elektroda anoda

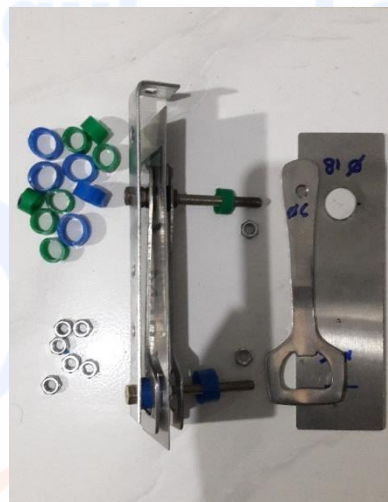


Gambar 5.5  
Seal penyekat

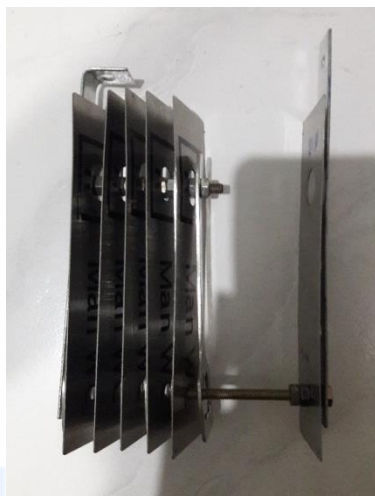
Komponen-komponen tersebut di atas dirakit menjadi 2 (dua) kelompok pelat yaitu anoda dan katoda yang dipasang berselang-seling. Dimulai dari pemasangan baut panjang pada pelat pemegang disalah satu sisi kemudian pemasangan pelat anoda. Selanjutnya baut panjang yang dipasang di sisi lainnya digunakan untuk tempat pemasangan pelat-pelat katoda. Pelat anoda dan katoda di pasang berselang seling yang tidak boleh saling bersentuhan. Untuk menghindari tersentuhnya pelat anoda dan katoda maka pada baut panjang di masing-masing pelat di pasang seal penyekat. Tahap perakitan pelat katoda atau anoda pada baut panjang dan pelat pemegangnya seperti terlihat pada gambar 5.6, 5.7, 5.8, dan 5.9 di bawah ini.



*Gambar 5.6  
Pemasangan elemen katoda pada  
baut dan pelat pemegang*



*Gambar 5.7  
Pelat elemen anoda-katoda  
disekat seal*



*Gambar 5.8  
Pemasangan elemen anoda-  
katoda berselang seling*



*Gambar 5.9  
Pelat elemen anoda-katoda  
terpasang pada pelat pemegang*

Jumlah pelat anoda dan katoda yang di pasang pada perangkat elektroliser ini disesuaikan dengan diameter tabung sebesar 120 mm. Pada penelitian ini masing-masing menggunakan 6 lembar pelat. Makin banyak pelat yang dipasang berpotensi menghasilkan gelembung gas Brown makin banyak. Pelat-pelat pemegang elemen anoda katoda selanjutnya di pasang pada tutup tabung elektroliser, lalu tabung di pasang seperti tampak pada gambar 5.10 dan 5.11 di bawah ini.



Gambar 5.10  
Elemen anoda-katoda terpasang  
pada tutup tabung elektroliser



Gambar 5.11  
Elemen anoda-katoda terpasang  
pada tabung elektroliser

### 3. Pembuatan perangkat tabung *water trap*.

Tabung *water trap* berfungsi untuk menangkap molekul air yang belum terurai yang masih terbawa gas Brown. Tabung *water trap* yang dipilih adalah tabung yang memiliki 2 lapis tabung dengan alasan bahwa tabung ini menampung gas brown sebelum dipasok ke dalam ruang bakar dimana gas tersebut merupakan gas bertekanan tinggi. Bentuk tabung *water trap* seperti tampak pada gambar 5.12 di bawah ini. Tabung *water trap* ini berukuran  $\text{Ø}75 \text{ mm} \times 220 \text{ mm}$ , sedangkan tabung yang di bagian dalam berukuran  $\text{Ø} 53 \text{ mm} \times 170 \text{ mm}$ . Pengerjaan yang dilakukan pada tabung *water trap* adalah pembuatan lubang untuk mengalirkan gas Brown dari *water trap* ke *inlet* ruang bakar. Sedangkan untuk mengalirkan gas Brown yang dari tabung elektroliser ke dalam tabung *water trap* menggunakan lubang pada tutup tabung *water trap* yang sudah tersedia. Pada tabung *water trap* juga terdapat *seal* penyekat seperti halnya pada tabung elektroliser. *Seal* ini berfungsi menjaga tabung tetap vakum.



*Gambar 5.12  
Tabung water trap*

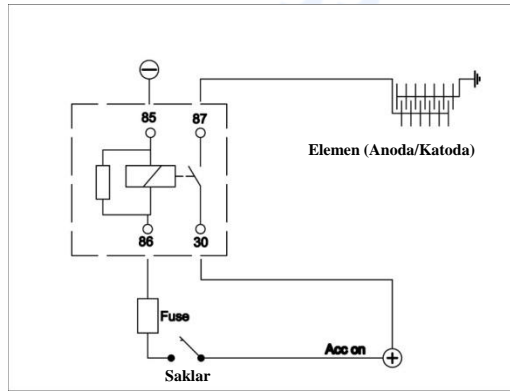
4. Pembuatan rangkaian instalasi kelistrikan.

Beberapa komponen kelistrikan yang digunakan pada perangkat penghemat BBM ini seperti tampak pada gambar 5.13 di bawah ini.



*Gambar 5.13  
Komponen instalasi listrik*

Adapun gambar skema rangkaian kelistrikannya seperti tampak pada gambar 5.14 di bawah ini.



Gambar 5.14  
Skema Rangkaian Instalasi Listrik

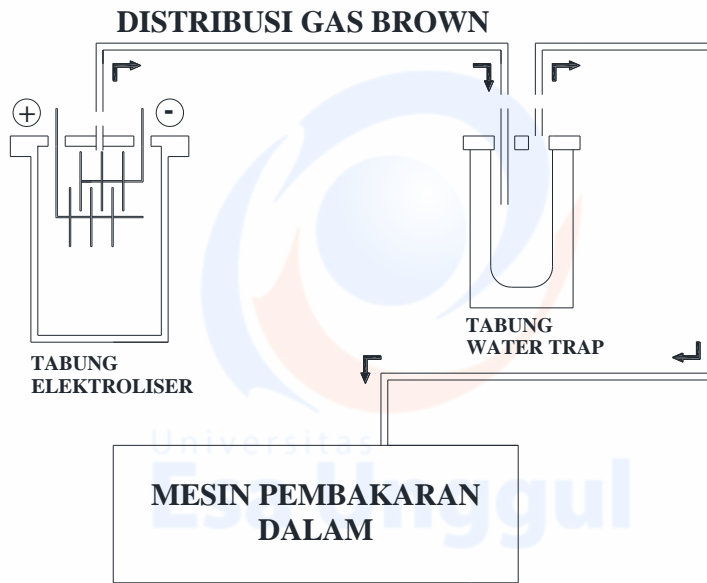
Sedangkan rangkaian instalasi kelistrikan yang terpasang pada kendaraan seperti tampak pada gambar 5.15 di bawah ini.



Gambar 5.15  
Instalasi Listrik Alat Terpasang di Kendaraan

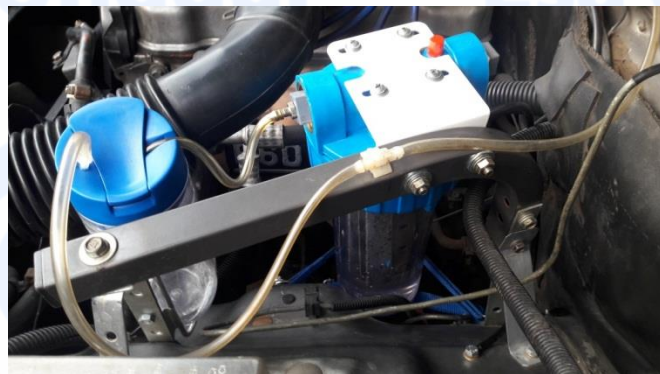
##### 5. Instalasi distribusi gas *Brown*

Gas *Brown* (HHO) yang dihasilkan dari proses elektrolisis, didistribusikan ke tabung *water trap* sebagai perangkat untuk memisahkan molekul air ( $H_2O$ ) yang belum terurai menjadi gas *Brown* dengan yang sudah berubah menjadi gas *Brown*. Dari *water trap* kemudian gas *Brown* didistribusikan ke *inlet* ruang bakar. Gambar skema rangkaian instalasi distribusi gas *Brown* seperti tampak pada gambar 5.16 di bawah ini.



*Gambar 5.16  
Skema Rangkaian Instalasi Distribusi Gas Brown*

Adapun instalasi distribusi gas Brown alat penghemat BBM yang terpasang pada kendaraan seperti terlihat pada gambar 5.17 dan 5.18 di bawah ini.



*Gambar 5.17 dan 5.18  
Tampak Depan dan Samping Instalasi Distribusi  
Gas Brown Terpasang di Kendaraan*



6. Pemeriksaan dan pengukuran kinerja alat.

Pemeriksaan dan pengukuran kinerja alat dilakukan berdasarkan 2 (dua) kondisi yaitu sebelum dan sesudah penggunaan katalis. Hasil uji coba tahap pertama perangkat  $\pm$  3 hari pemakaian ( $\pm$  150 km) sebelum menggunakan katalis diperoleh hasil sebagai berikut:

- a. Kondisi tabung elektroliser secara visual:
  - Air keruh karena karat (warna coklat) dan karat mengendap.
  - Pelat pemegang elemen berkarat dan tertutup serbuk kapur.
  - Baut panjang pemegang katoda maupun anoda berkarat dan tertutup serbuk kapur.
  - Baut pemegang pelat ke tutup tabung dalam kondisi baik.
- b. *Water trap*, instalasi listrik dan instalasi distribusi gas *Brown*, dalam kondisi baik.

Dari hasil pengujian tersebut dapat dipastikan bahwa beberapa pelat yang digunakan pada perangkat elektroliser ternyata bukan terbuat dari *stainless steel* seperti yang diharapkan, hal ini dapat terjadi karena saat pembelian material pelat, informasi mengenai material pelat tersebut hanya disampaikan secara lisan oleh penjaga outlet. Ini menjadi pembelajaran penting bahwa untuk membeli material *stainless steel* hanya dapat dilakukan melalui pembelian/ pemesanan secara langsung ke pemasoknya.

Hasil ujicoba tahap kedua perangkat setelah ditambahkan katalis (sodium bikarbonat merk Asahi sebanyak 2 (dua) sendok teh untuk 1 (satu) liter air suling), adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah *bubble* (gelembung) gas *Brown* meningkat pesat (gelembung sangat banyak) dan bergerak di dalam tabung elektroliser sangat cepat.
- b. Instalasi listrik berupa kabel arus (+) dari relay yang menuju ke Anoda meleleh (terbakar). Hal ini menunjukkan bahwa proses elektrolisis ternyata menimbulkan peningkatan temperature yang sangat signifikan pada perangkat elektroliser termasuk instalasi kelistrikannya.

Berdasarkan hasil uji coba tahap pertama dan kedua tersebut di atas maka variable beserta atribut yang mempengaruhi banyaknya gas *Brown* yang dapat di hasilkan adalah seperti yang tampak pada tabel 5.1 di bawah ini:

Tabel 5.1 Variabel dan Atribut yang mempengaruhi volume gas *Brown*

No.	Variabel	Atribut (factor yang berpengaruh)
1.	Katalis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbandingan volume katalis dan air.</li> <li>- Konduktivitas air.</li> </ul>
2.	Pelat pengelektrolisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jenis material pelat katoda-anoda.</li> <li>- Bentuk/ desain dan dimensi.</li> <li>- Jumlah pelat.</li> <li>- Tebal pelat.</li> <li>- Jarak antar pelat.</li> </ul>
3.	Ukuran/ dimensi selang gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selang dan nozzle dari dan ke tabung elektroliser serta <i>water trap</i>.</li> <li>- Selang dari <i>water trap</i> ke <i>inlet</i> mesin.</li> </ul>
4.	Katub pengaman tekanan/ temperature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perlu pengendali katub jika terjadi over pressure/ temperature yang dikendalikan dari ruang kabin pengemudi.</li> </ul>
5.	Instalasi kelistrikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggunaan relay pada kelistrikan elektroliser menjadikan berarus besar.</li> <li>- Pemasangan fuse tidak hanya pada posisi saklar ke relay tetapi juga dari relay ke elektroliser.</li> </ul>

Dari variable 1 sampai dengan 5 pada tabel 5.1 di atas dapat diketahui bahwa variable 2 merupakan variable yang memiliki atribut dengan peluang kombinasi pilihan yang paling minimal, sehingga atribut-atribut pada variable 2 ini yang mula-mula akan di tindak lanjuti. Adapun tahapan yang dilakukan adalah:

- Material dan tebal pelat anoda-katoda yang digunakan adalah stainless steel yang mudah didapat di pasaran. Material pelatudukan pemegang anoda katoda pada tutup tabung juga diganti menggunakan Stainless Steel SS-306 agar tidak lagi berkarat.

- Bentuk/ desain dan dimensi pelat anoda-katoda yang digunakan adalah seperti yang diusulkan pada gambar 5.3 sekaligus sebagai target luaran wajib di tahun pertama yaitu draft paten sederhana.
- Jumlah pelat 6 pasang dan jarak antar pelat berdasarkan ukuran tabung elektroliser yang berdiameter  $\varnothing$  120 mm yang digunakan pada penelitian ini.

Variabel berikutnya yang di tindak lanjuti adalah variable 1, dimana tahapan penyetulan atribut-atributnya yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

- Pengurangan katalis yang digunakan yaitu menjadi 0,5 (setengah) sendok teh sodium bikarbonat untuk 1(satu) liter air suling.
- Air suling yang digunakan memiliki konduktivitas  $< 1 \mu\text{S}$  (tertera pada label kemasan)

## 5.2 Hasil dan Luaran yang Dicapai

Hasil pengujian tahap ketiga, yaitu implementasi penyetulan (*setting*) atribut-atribut pada variable 2 dan 1 serta dilakukan pengukuran kinerja kendaraan dengan menempuh jarak (1) 153,5 km dan (2) 148,28 km adalah sebagai berikut.

1. Tidak terjadi perubahan warna kecoklatan pada tabung elektroliser, yang berarti material pelat dudukan pemegang anoda-katoda tidak lagi berkarat.
2. Konsumsi BBM untuk jarak (1) 153,5 km membutuhkan 26,15 liter, sehingga rasio BBM : jarak adalah 1 : 5,87. Sedang untuk jarak (2) 148,28 km memerlukan 25,61 liter, maka rasio BBM : jarak adalah 1 : 5,79. Jika dibandingkan dengan rasio sebelum di pasanganya alat penghemat BBM yaitu 1 : 5,32, maka telah terjadi penghematan penggunaan BBM sebesar 9,6 %.
3. Masih ada 3 (tiga) variabel dan 5 (lima) atribut lagi yang perlu di tindak lanjuti pada penelitian di tahun berikutnya sebagai upaya untuk meningkatkan kinerja rancangan alat penghemat BBM ini.

Hasil pengujian ketiga pada penelitian di tahun ke 1 ini juga menunjukkan bahwa rancangan alat penghemat BBM yang diuji dapat di klaim sebagai draft purwarupa (prototype) yang akan dikembangkan dan ditingkatkan kinerjanya di tahun ke 2 (tahun 2019). Adapun desain bentuk pelat anoda-katoda yang terpasang pada tabung elektroliser,

dapat di klaim sebagai draft paten sederhana yang juga akan diajukan untuk memperoleh HKI paten sederhana di tahun ke 2.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Melalui tahapan proses penelitian berupa penentuan variable dan atribut dasar alat rancangan, pembuatan perangkat tabung elektroliser, pembuatan perangkat tabung *water trap*, pembuatan rangkaian instalasi kelistrikan, pembuatan rangkaian instalasi distribusi gas *Brown*, dan pemeriksaan serta pengukuran kinerja alat, dapat menghasilkan draft purwarupa.

Pada pengukuran konsumsi BBM kendaraan yang digunakan pada penelitian sebelum pemasangan perangkat pengirit BBM diperoleh hasil rata-rata 1 : 5,32, yang artinya 5,32 km perliter.

Pengujian pertama draft purwarupa memberikan hasil berupa: beberapa komponen pada perangkat elektroliser ternyata berkarat, hal ini membuktikan bahwa material komponen yang digunakan masih bersifat korosif bukan dari jenis *stainless steel* seperti yang diharapkan. Pengukuran konsumsi BBM belum memberikan hasil yang signifikan karena terkendala kondisi perangkat yang berkarat dan belum bekerja secara optimal.

Pengujian kedua draft purwarupa memperoleh hasil berupa 5 (lima) variable dan 12 (dua belas) atribut yang mempengaruhi volume gas *Brown* yang dihasilkan. Variabel katalis dipengaruhi oleh volume katalis pada air di dalam tabung elektroliser serta nilai konduktivitas air yang digunakan. Variabel pelat elektroliser, dipengaruhi oleh jenis material pelat anoda-katoda yang digunakan, bentuk dan dimensi, jumlah pelat, tebal pelat, dan jarak antar pelat. Untuk variable ukuran selang gas *Brown* berupa ukuran selang dari dan ke tabung elektroliser serta *water trap*, maupun selang dari *water trap* ke *inlet* mesin. Adapun variable katub pengaman tekanan/ temperature dipengaruhi oleh kemampuannya untuk dapat dikendalikan dari dalam ruang kabin pengemudi, maka diperlukan perangkat khusus untuk dapat melakukannya. Sedangkan variable Instalasi kelistrikan dipengaruhi oleh penggunaan *relay* dan pemasangan *fuse* tambahan pada posisi instalasi dari *relay* ke elektroliser.

Melalui penggantian material *stainless steel* pada komponen-komponen yang berkarat (pelat dudukan pemegang anoda katoda pada tutup tabung elektroliser), maka tidak lagi terlihat perubahan warna kecoklatan yang menunjukkan material tidak lagi berkarat.

Pengujian ketiga draft purwarupa alat pengirit BBM ini menunjukkan hasil rata-rata konsumsi BBM sebesar 5,83 km per liter, yang berarti telah terjadi penghematan penggunaan BBM di bandingkan sebelum pemasangan alat sebesar 9,6 %.

## 7.2 Saran

Melalui penelitian dan pengujian rancangan perangkat penghemat BBM dengan menggunakan air sebagai suplemennya ini, maka beberapa hal yang dapat disarankan adalah sebagai berikut :

- Rancangan alat ini diperuntukkan untuk kendaraan roda empat SUV tahun 1992 bermesin bensin 2300 CC Carburator, dimana dari hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan ini memiliki 5 (lima) variabel dan 12 (dua belas) atribut yang mempengaruhi volume gas *Brown* yang dihasilkannya. Maka perlu dikaji apakah ke 5 (lima) variable dan ke 12 (dua belas) atribut tersebut juga berlaku untuk jenis kendaraan lainnya.
- Perlu dianalisis lebih dalam apakah instalasi kelistrikan rancangan alat yang digunakan tidak memberikan dampak negative pada sistem kelistrikan kendaraan, mengingat bahwa pada proses elektrolisis terjadi hubungan singkat (*short*) antara kutub (+) dan (-) melalui media air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. (2008). *Penggerak mula motor bakar torak*, Ganesha ITB, Bandung.
- Amperajaya, D., & Sudrajat, P. (2012). Rancangan Perangkat Water For Fuel Sebagai Upaya Peningkatan Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Minyak Kendaraan Bermotor. *Jurnal Inovasi*, 8(2), 51–63.
- Bhardwaj, ShrikantMontgomery; Verma, Ajay Singh; Sharma, Subod. (2014). Effect of Brown Gas On The Performance of A Four Stroke Gasoline Engine. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4 (1).
- Douglas C. (2011). *Introduction to Statistical Quality Control. Fourth Edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- D.V.N. Lakshmi, T.R Mishra & R. Das S. S. Mohapatra. (2013). Effects of Brown Gas Performance and Emission in a SI Engine. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 4 (12).
- Harus Laksana Guntur; Rasiawan; B. Sampurno; (2010). Pengembangan Sistem Suplai Brown Gas Model 6 Ruang Tersusun pada Mesin Mobil 1300 cc dengan Sistem Karburator. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institute Teknomogi Sepuluh Nopember Surabaya*.
- Kelly, Patrick. 2017. *How to Make A Hydrogen Cells*. Dalam <http://waterpoweredcar.com/hydrobooster2.html>
- Leelakrishnan, E dan; Lokesh, N dan; Suriyan, H. (2013). Performance and Emission Characteristics of Brown's Gas Enriched Air In Spark Ignition Engine. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 2 (2).
- Marlina Ena, Wahyudi Slamet, Yuliati Lilis. (2013). Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H<sub>2</sub>O Dengan Katalis NaHCO<sub>3</sub>. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 4 (1)
- Peavey, Michael, A. (2017). *Fuel From Water – Energy Independence With Hydrogen*. Dalam. <http://waterpoweredcar.com/hydrobooster2.html>
- Redaksi chem.-istry.org. (2015). *Mengapa Stainless Steel Tidak Berkarat?*. Dalam [http://www.chem-is-try.org/tanyapakar/mengapa\\_stainless\\_steel\\_tidak\\_berkarat/](http://www.chem-is-try.org/tanyapakar/mengapa_stainless_steel_tidak_berkarat/).
- Syubhan Akib. (2015). *Bensin Mahal, Octane Booster Solusinya?*. Dalam <http://oto.detik.com/read/2011/02/01/155806/1558188/648/bensin-mahal-octane-booster-solusinya>.
- Taufik. (2016). *Yamaha Tidak Merekomendasikan Penggunaan Octane Booster pada Yamaha Vixion*. Dalam <http://tmcblog.com/2011/07/22/yamaha-tidak-merekomendasikan-penggunaan-octane-booster-pada-yamaha-vixion/>.

Turner, Wayne C., Joe H. Mize, dan Kenneth E. Case. 1987. *Introduction to Industrial and Systems Engineering. Second Edition*. USA: Prentice-Hall International, Inc.

Ulrich, Karl T. & Steven D. Eppinger. 2014. *Perancangan & Pengembangan Produk*. Salemba Teknika, Jakarta.

Wikipedia Indonesia. 2016. *Katalis*. Dalam <http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Katalis&oldid=4352203>.

Wikipedia Indonesia. 2017. *Baja Tahan Karat*. Dalam [http://id.wikipedia.org/wiki/Baja\\_tahan\\_karat](http://id.wikipedia.org/wiki/Baja_tahan_karat).

Yud. 2016. *Mengupgrade Sistem Pengapian*. Dalam [http://www.koranjitu.com/lifestyle/tips-tips/tips-tips%20seputar%20kendaraan/detail\\_berita.php?ID=5609](http://www.koranjitu.com/lifestyle/tips-tips/tips-tips%20seputar%20kendaraan/detail_berita.php?ID=5609)



**RASIO KONSUMSI BBM SEBELUM PEMASANGAN ALAT PENGHEMAT**

No	Jml BBM (Liter)	Jarak Tempuh (km)	Rasio	Keterangan
1	21,49	116,4	1 : 5,42	
2	26,99	145,7	1 : 5,40	
3	27,14	141,3	1 : 5,21	
4	29,95	166,1	1 : 5,55	
5	29,04	166,4	1 : 5,73	
6	25,64	138,3	1 : 5,39	
7	31	156,1	1 : 5,04	
8	29,24	148,3	1 : 5,07	
9	26,32	139,6	1 : 5,30	Service Carburator
10	23,51	123,3	1 : 5,24	Ganti CDI
11	25,21	132,1	1 : 5,24	
12	26,59	134,8	1 : 5,07	Ganti Kopling
13	26,63	133,7	1 : 5,02	Knalpot ber
14	27,28	144,2	1 : 5,29	
15	28,01	145,8	1 : 5,21	
16	27,22	142,5	1 : 5,24	
17	27,02	140	1 : 5,18	
18	25,57	128,3	1 : 5,02	
19	26,73	144,1	1 : 5,39	
20	25,46	134,8	1 : 5,29	
21	26,63	149,9	1 : 5,63	
22	27,62	146,5	1 : 5,30	
23	28,19	141	1 : 5,00	
24	26,98	141,6	1 : 5,25	
25	27,01	136,4	1 : 5,05	
26	17,09	89,1	1 : 5,21	
27	20,02	116,1	1 : 5,80	
28	23,16	124,5	1 : 5,38	
29	28,55	149,7	1 : 5,24	Clean Carburator
30	27,91	146,8	1 : 5,26	
31	28,62	146,8	1 : 5,13	
32	24,17	129,8	1 : 5,37	
33	26,61	137,3	1 : 5,16	
34	26,75	137,1	1 : 5,13	
35	28,39	145,3	1 : 5,12	
36	22,14	121,4	1 : 5,48	
37	24,33	130,6	1 : 5,37	
38	25,66	132,7	1 : 5,17	
39	29,56	148,7	1 : 5,03	
40	21,3	112,1	1 : 5,26	Service Comp AC
41	30,1	154,8	1 : 5,14	
42	22,26	126,3	1 : 5,67	Service Carburator
43	23,67	131,3	1 : 5,55	
44	24	130,2	1 : 5,43	
45	32,37	164,6	1 : 5,08	

46	26,21	142,9	1 : 5,45	
47	26,85	142,9	1 : 5,32	
48	24,86	128,6	1 : 5,17	
49	27,28	145	1 : 5,32	
50	24,03	127	1 : 5,29	
51	29,75	150	1 : 5,04	
52	24,85	136,9	1 : 5,51	
53	26,96	151,1	1 : 5,60	
54	24,94	136,8	1 : 5,49	
55	26,06	136,2	1 : 5,23	
56	23,03	127,8	1 : 5,55	
57	25,17	134,4	1 : 5,34	
58	24,14	132,6	1 : 5,49	
59	23,78	126,9	1 : 5,34	
60	24,43	127,4	1 : 5,21	
61	29,73	150,7	1 : 5,07	
62	27,2	144,5	1 : 5,31	
63	26,09	132	1 : 5,06	
64	27,46	137,4	1 : 5,00	
65	21,9	113,3	1 : 5,17	
66	24,27	128,5	1 : 5,29	
67	23,42	125,9	1 : 5,38	
68	25,82	130,2	1 : 5,04	
69	24,88	126,4	1 : 5,08	
70	26,63	133,3	1 : 5,01	
71	20,02	103,8	1 : 5,18	
72	24,59	126,3	1 : 5,14	
73	23,77	124,3	1 : 5,23	
74	23,54	124,2	1 : 5,28	
75	25,44	129,3	1 : 5,08	
76	23,49	124,3	1 : 5,29	
77	26,38	131,9	1 : 5,00	
78	27,65	141,8	1 : 5,13	
79	23,61	124,2	1 : 5,26	
80	22,07	124,2	1 : 5,63	
81	15,32	83,3	1 : 5,44	
82	23,3	124	1 : 5,32	
83	22,39	112	1 : 5,00	Macet
84	21,2	111	1 : 5,24	
85	26,52	141,2	1 : 5,32	
86	25	134,6	1 : 5,38	
87	24,01	136,3	1 : 5,68	
88	21,93	113,7	1 : 5,18	Self Services
89	26,27	142,4	1 : 5,42	
90	21,08	124,3	1 : 5,90	
91	28	147,4	1 : 5,26	
92	22,1	125,9	1 : 5,70	
93	25,6	140,7	1 : 5,50	

94	23,46	125,9	1 : 5,37	
95	22,71	125,6	1 : 5,53	
96	26,53	136,9	1 : 5,16	
97	23,82	129,6	1 : 5,44	
98	21,75	120,4	1 : 5,54	
99	21,58	117,7	1 : 5,45	
100	22,66	126,6	1 : 5,59	
101	22,98	126,3	1 : 5,50	
102	24,44	128,2	1 : 5,25	
103	24,44	128,5	1 : 5,26	
104	24,65	127,3	1 : 5,16	
105	28,08	148,2	1 : 5,28	
106	25,8	132,9	1 : 5,15	Macet
107	24,97	133,3	1 : 5,34	
108	24,4	130,8	1 : 5,36	
109	24,82	127,8	1 : 5,15	
110	25,75	139,1	1 : 5,40	
111	22,99	130,6	1 : 5,68	
112	26,59	141,6	1 : 5,33	
113	24,16	134	1 : 5,55	
114	23,57	124	1 : 5,26	
115	28,52	153,2	1 : 5,37	
116	23,29	124,7	1 : 5,35	
117	30,34	167,2	1 : 5,51	
118	22,21	129,8	1 : 5,84	
119	22,49	124,4	1 : 5,53	
120	24,65	124,7	1 : 5,06	
121	23,94	119,8	1 : 5,00	Service Carburator
122	24,7	124,5	1 : 5,04	
123	24,36	125,6	1 : 5,16	
124	27,91	139,9	1 : 5,01	
125	31,09	156,5	1 : 5,03	
126	22,5	124,5	1 : 5,53	
127	25,76	128,9	1 : 5,00	Macet
128	21,16	109,7	1 : 5,18	
129	26,79	136,8	1 : 5,11	
130	27,23	136,5	1 : 5,01	Macet
131	20,39	104,7	1 : 5,13	
132	20,48	106,8	1 : 5,21	
133	24,68	138,6	1 : 5,62	
134	20,29	112,8	1 : 5,56	
135	23,63	128,2	1 : 5,43	
136	23,81	132,9	1 : 5,58	
137	21,12	108,6	1 : 5,14	Service Carburator
138	24,04	131,1	1 : 5,45	
139	21,88	112,8	1 : 5,16	Ganti Oli
140	22,28	118,9	1 : 5,34	
141	22,17	125,6	1 : 5,67	

142	26,57	152,4	1 : 5,74	
143	23,05	126,5	1 : 5,49	
144	25,2	131,8	1 : 5,23	Macet
145	23,68	136,2	1 : 5,75	
146	24,68	130	1 : 5,27	
147	24,92	136,8	1 : 5,49	
148	27,34	140,3	1 : 5,13	Macet
149	25,62	137,9	1 : 5,38	
150	23,89	128,3	1 : 5,37	
151	25,81	139	1 : 5,39	
152	24,81	141,9	1 : 5,72	
153	26,43	143,9	1 : 5,44	
154	26,08	139,6	1 : 5,35	
155	26,14	154,7	1 : 5,92	
156	25,98	145,4	1 : 5,60	
157	22,77	125,9	1 : 5,53	
158	21,3	111,7	1 : 5,24	
159	23,4	134,4	1 : 5,74	
160	27,71	143,4	1 : 5,18	Filter bensin baru
161	22,8	124,7	1 : 5,47	
162	21,18	109,8	1 : 5,18	
163	23,71	130,5	1 : 5,50	
164	23,89	131,1	1 : 5,49	
165	25,35	137,7	1 : 5,43	
166	23,4	120,3	1 : 5,14	
167	24,35	131,3	1 : 5,39	
168	24,85	125,3	1 : 5,04	Macet Tol
169	18,23	101,9	1 : 5,59	
170	25,67	134,5	1 : 5,24	
171	27,7	142,1	1 : 5,13	
172	22,64	118,2	1 : 5,22	
173	27	152,3	1 : 5,64	
174	19,74	103,8	1 : 5,26	
175	21,74	111,4	1 : 5,12	
<b>RATA-RATA</b>			<b>1 : 5,32</b>	
<b>SKALA TERKECIL</b>			<b>1 : 5,00</b>	
<b>SKALA TERBESAR</b>			<b>1 : 5,92</b>	

RASIO KONSUMSI BBM SESUDAH PEMASANGAN ALAT PENGHEMAT				
1	26,15	153,5	1 : 5,87	
2	25,61	148,28	1 : 5,79	
<b>RATA-RATA</b>			<b>1 : 5,83</b>	

## Deskripsi

### **BENTUK PELAT ANODA/ KATODA UNTUK PROSES ELEKTROLISER AIR PADA RANCANGAN ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR MINYAK KENDARAAN BERMOTOR**

#### **Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini mengenai rancangan alat penghemat bahan bakar minyak kendaraan bermotor dengan menggunakan air sebagai suplemennya. Lebih spesifik lagi, invensi ini mengenai bentuk pelat anoda/ katoda untuk proses elektroliser air pada alat penghemat bahan bakar minyak kendaraan bermotor yang menggunakan air sebagai suplemennya.

#### **Latar Belakang Invensi**

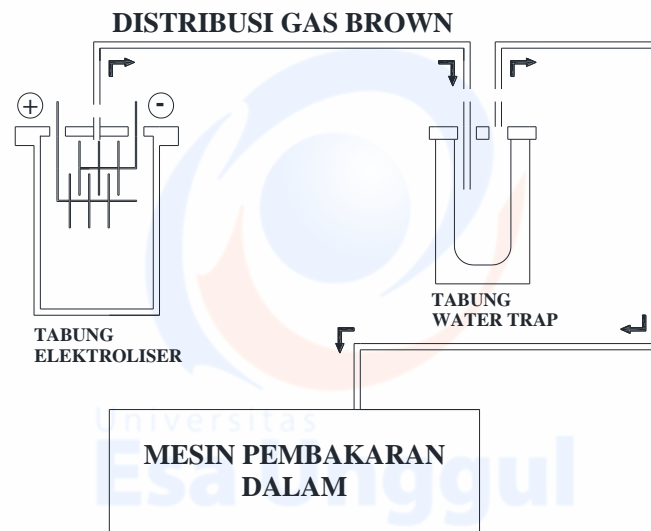
Semakin menipisnya cadangan minyak bumi yang berasal dari fosil, memaksa perlu dilakukannya pencarian berbagai sumber energi baru/ terbarukan (*new/ renewable energy*) ataupun berbagai upaya untuk meminimumkan/ mengefisienkan penggunaan bahan bakar konvensional yang bersumber dari fosil tersebut.

70 % responden pengguna kendaraan bermotor menyatakan bahwa faktor mesin adalah faktor yang paling mempengaruhi tingkat efisiensi konsumsi BBM, maka solusi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan BBM kendaraan bermotor dapat di fokuskan pada factor mesin kendaraan (Amperajaya & Sudrajat, 2012). Kendaraan bermotor baik milik pribadi maupun kendaraan umum seperti mobil dan sepeda motor merupakan salah satu pengkonsumsi bahan bakar fosil yang terbesar di Indonesia. Para produsen kendaraan bermotor terus berupaya untuk mengembangkan mesin kendaraannya yang makin irit bahan bakar sekaligus ramah lingkungan. Instansi riset pemerintah seperti BPPT, Puspiptek, LIPI, serta berbagai Perguruan Tinggi termasuk Perguruan Tinggi Swasta juga terus berupaya mengembangkan penggunaan BBM terbarukan maupun BBM yang hemat. Pemerintah melalui kebijakan yang dibuat oleh kementerian terkait seperti Kementerian ESDM hingga Kemenristek Dikti secara operasional masih belum dapat memberikan hasil yang optimal. Berbagai kendala yang dihadapi terkait dengan pengembangan energi baru dan terbarukan khususnya untuk BBM kendaraan bermotor

ini sangat kompleks. Berbagai kendala yang dapat disebutkan di sini seperti masih sangat terbatasnya ketersediaan SPBU untuk kendaraan Biogas dan Biodiesel, bahkan Biofuel masih sebatas riset. Biaya proses pengolahan bahan baku/ material energi baru dan terbarukan untuk siap digunakan sebagai BBM yang masih mahal karena membutuhkan jumlah/ volume yang besar. Biaya modifikasi mesin untuk menyesuaikan dengan spesifikasi BBM yang digunakan juga mahal karena beberapa material komponen mesin masih harus diimpor. Bahan kimia tambahan/ penunjang yang berfungsi sebagai katalis yang juga masih harus diimpor. Dan lain sebagainya. Kondisi dan situasi inilah yang menyebabkan alat transportasi di Indonesia khususnya kendaraan bermotor masih sepenuhnya menggunakan BBM yang bersumber dari fosil tersebut.

Universitas Esa Unggul, salah satu Perguruan Tinggi Swasta di Jakarta Barat berupaya untuk memberikan kontribusi nyata pada penyelesaian masalah BBM kendaraan bermotor melalui usulan rancangan alat penghemat BBM dengan menggunakan air sebagai suplemennya. Rancangan alat tersebut menggunakan komponen yang mudah didapatkan di dalam negeri. Beberapa perguruan tinggi negeri dan swasta lainnya juga berupaya melakukan hal sama yaitu mengembangkan rancangan alat penghemat BBM sejenis.

Prinsip kerja alat penghemat BBM dengan menggunakan air sebagai suplemennya, yaitu mengubah air melalui proses elektrolisis untuk menjadi gas (*Brown gas*, 1974) dimana gas tersebut kemudian di pasok ke dalam ruang bakar mesin kendaraan bermotor sehingga akan meningkatkan efisiensi penggunaan BBM nya menjadi lebih irit karena pembakaran lebih sempurna dan gas buang sisa pembakaran menjadi lebih bersih sehingga kendaraan lebih ramah lingkungan. Dengan demikian maka secara prinsip : makin banyak gas Brown yang dapat dihasilkan dan dipasok ke ruang bakar kendaraan, maka akan semakin banyak pula penghematan konsumsi BBM yang terjadi. Rancangan alat penghemat BBM pada kendaraan bermotor dengan menggunakan air sebagai suplemennya seperti tampak pada gambar 1 di bawah ini.



*Gambar 1*  
*Prinsip Kerja Rancangan Alat Penghemat*  
*BBM dengan menggunakan air sebagai*  
*suplemennya*

Dari gambar 1 di atas terlihat bahwa proses elektrolisis terjadi di dalam tabung elektroliser. Di dalam tabung elektrolisis terdapat pelat-pelat berpasangan yang tidak saling bersentuhan yang berfungsi sebagai anoda dan katoda. Di dalam tabung tersebut juga diisi air dan katalisnya. Saat anoda dihubungkan dengan sumber tegangan (+) dan katoda dengan (-) maka akan terjadi reaksi kimia berupa berubahnya air  $H_2O$  menjadi gas HHO yang disebut gas *Brown* (1974). Perubahan air menjadi gas *Brown* tersebut ditandai dengan gelembung gas yang terjadi dan bergerak dari dasar tabung elektroliser ke permukaan tabung. Tabung elektroliser dalam kondisi vakum. Jika pada tutup tabung elektroliser di pasang selang yang dihubungkan ke tabung *water trap*, maka gas *Brown* akan bergerak menuju ke *water trap*. *Water trap* berfungsi untuk memisahkan air yang masih terkandung di dalam gas *Brown* tersebut. Dari *water trap*, gas *Brown* di distribusikan ke dalam ruang bakar mesin kendaraan melalui pipa *inlet manifold*.

Hasil penelitian (Amperajaya, D. 2018) menunjukkan bahwa ada beberapa variable dan atribut yang berpengaruh terhadap banyaknya gelembung gas Brown yang dapat dihasilkan, salah satunya adalah variable pelat stainless steel yang digunakan sebagai anoda/ katoda. Variable tersebut memiliki beberapa atribut, salah satunya yaitu bentuk/ desain pelat.

### **Uraian Singkat Invensi**

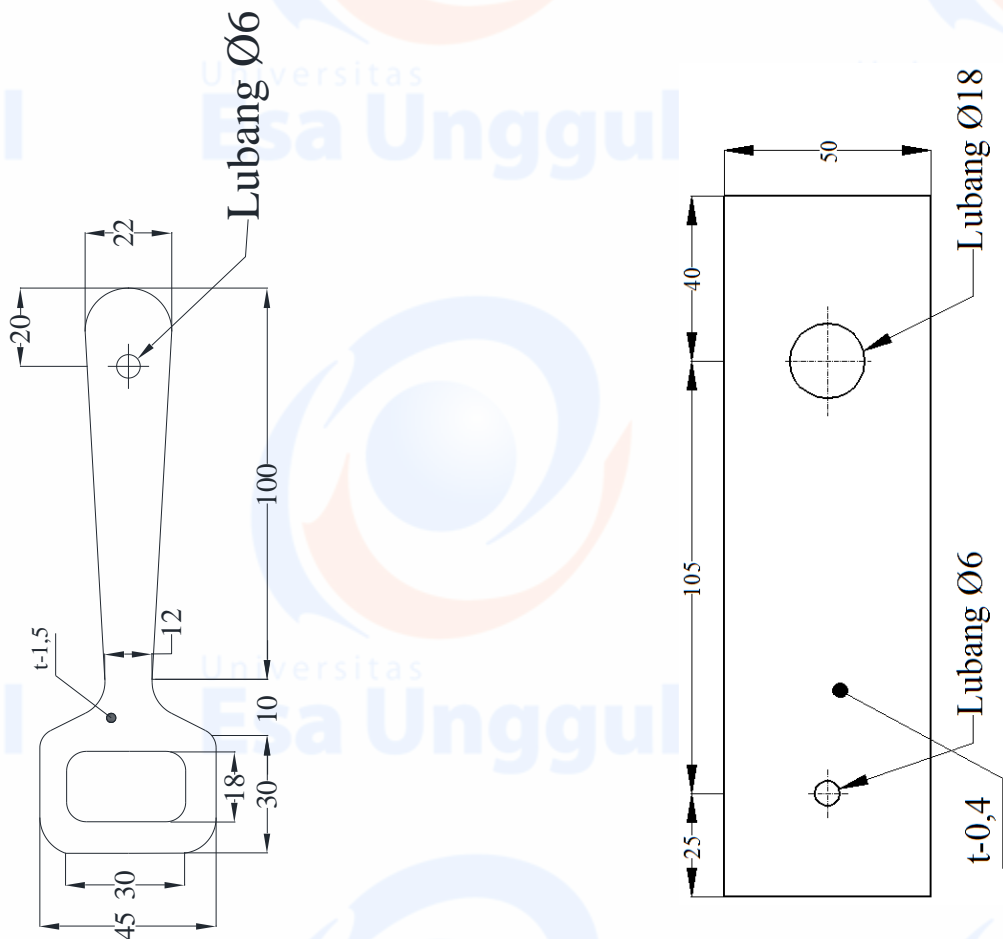
Invensi yang dilakukan merupakan invensi bentuk dari pelat stainless steel yang digunakan sebagai elektroda anoda/ katoda di dalam tabung elektroliser yang berfungsi sebagai penghasil gas Brown untuk di pasok ke ruang bakar mesin kendaraan bermotor. Dengan adanya gas Brown yang bersifat mudah terbakar di ruang bakar menyebabkan BBM yang dibutuhkanpun menjadi lebih sedikit sehingga lebih hemat dan sisa hasil pembakaranpun menjadi lebih bersih serta lebih ramah lingkungan.

Pada prinsipnya gas Brown yang dihasilkan dari alat penghemat BBM yang menggunakan air sebagai suplemennya ini harus dalam jumlah yang optimal. Artinya volume gas Brown harus sebanyak mungkin tetapi dengan mempertimbangkan spesifikasi kendaraan bermotor yang menggunakannya serta beberapa variable dan atribut lainnya yang mempengaruhi kinerja alat penghemat ini seperti jenis dan volume katalis yang digunakan, ukuran/ dimensi selang untuk pendistribusiannya, ketersediaan alat pengatur katub pengaman tekanan/ temperature pada tabung elektroliser, serta instalasi kelistrikan sebagai sumber kelistrikan perangkat. Variabel lainnya yang mempengaruhi banyaknya gas Brown yang dihasilkan adalah pelat anoda/ katoda pengelektroliser. Variabel ini merupakan variable utama karena pelat anoda/ katoda pengelektroliser ini terpasang pada tabung elektroliser yang ukuran/ dimensinya sangat tergantung pada ketersediaan area di ruang mesin. Atribut yang mempengaruhi kinerja pelat pengelektroliser yaitu : jenis material pelat, bentuk/ desain dan dimensi, jumlah pelat, tebal, dan jarak antar pelat. Jenis pelat menggunakan stainless steel. Karena jumlah pelat, tebal, dan jarak antar pelat sangat dipengaruhi ukuran/ dimensi tabung yang di tempatinya, maka pada invensi ini menitik beratkan pada desain/ bentuk dan dimensi pelat anoda/ katoda pengelektroliser yang digunakan.



### Uraian Singkat Gambar

Invensi bentuk dan posisi dari pelat *stainless steel* ini seperti tampak pada gambar 2 dan 3 di bawah ini. Bentuk pelat anoda/ katoda *stainless steel* seperti pada gambar 2 yang di-invensikan akan menyebabkan gelembung-gelembung gas *Brown* yang timbul di sekeliling pelat akan dapat dengan mudah untuk bergerak ke atas ke arah *nozzle* pada tutup tabung elektroliser untuk didistribusikan dengan segera ke tabung



Gambar 2 dan 3  
Pelat Anoda/ katoda Stainless Steel Pengelektroliser

*watertrap*. Bentuk ini akan mempercepat pergerakan gas *Brown* ke atas dibandingkan bentuk-bentuk pelat yang sudah ada (umumnya pelat berbentuk segiempat). Sedangkan bentuk pelat anoda/ katoda pasangannya berupa pelat berpenampang segiempat seperti

tampak pada gambar 3, dengan tujuan memiliki penampang yang luas sehingga berpotensi menghasilkan gelembung gas yang banyak dan usia pakai yang relative lama.

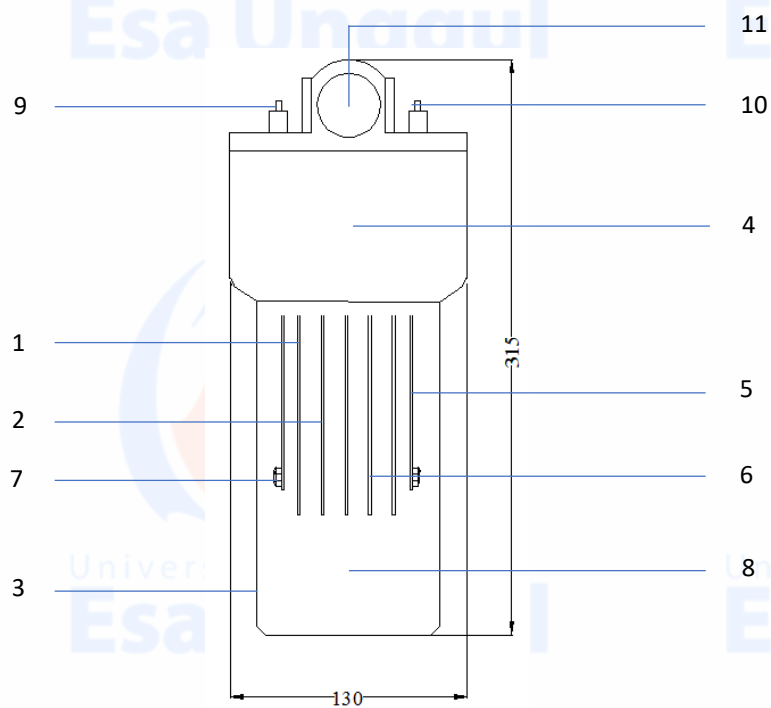
Dengan pergerakan gelembung-gelembung gas *Brown* yang dihasilkan lebih cepat dan lancar, maka proses pendistribusian gas *Brown* ke tabung *Water Trap* dan selanjutnya ke ruang bakar mesin kendaraan menjadi semakin cepat dan lancar, hal ini berdampak pula pada proses pembakaran di ruang bakar menjadi lebih cepat dan lebih lancar, sehingga konsumsi BBMnya pun menjadi lebih hemat dan sisa pembakarannya pun menjadi lebih bersih dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan perangkat elektroliser yang digunakan pada penelitian-penelitian sejenis yang sudah dilakukan sebelumnya.

### **Uraian Lengkap Invensi**

Pelat anoda (1) dan katoda (2) terletak di dalam tabung elektroliser (3). Pelat-pelat tersebut terpasang pada tutup tabung (4) menggunakan pelat dudukan pemegang (5). Pelat anoda dan katoda tidak saling terkoneksi. Untuk menghindari terkoneksinya antar pelat anoda dan katoda, maka salah satu lubang di masing-masing pelat dibuat lebih besar dari lubang lainnya sebagai tempat dipasangnya *seal* penyekat (6). Sedangkan lubang lainnya sebagai tempat untuk mur-baut memegang pelat anoda-katoda dan mengikatnya pada pelat dudukan pemegang (5). Rancangan alat penghemat BBM dengan menggunakan air sebagai suplemennya ini memakai pelat anoda dan katoda yang masing-masing terdiri dari 6 (enam) lembar pelat *stainless steel* yang terpasang selang seling seperti tampak pada gambar 4 di bawah ini. Lembaran pelat demi pelat anoda dihubungkan melalui baut M6 x 70 mm (7). Demikian juga halnya dengan pelat-pelat katoda. Dengan pelat anoda-katoda dipasang berselang-seling, dan berada di dalam larutan air dan katalisnya (8), maka saat sumber tegangan Accu kendaraan di koneksikan pada perangkat pengelektroliser, akan terjadi reaksi elektrolisis dimana electron-elektron pada katoda akan bergerak ke anoda melalui konduksi listrik dengan melewati lautan elektrolit (air dan katalis) yang akan menghasilkan perubahan kimia berupa berubahnya molekul air H<sub>2</sub>O menjadi gas HHO (gas *Brown*). Pelat katoda akan mengalami reduksi dan pelat anoda akan mengalami oksidasi. *Gas Brown* yang terjadi kemudian disalurkan ke tabung *water trap*, sebuah tabung yang berfungsi

sebagai pemisah air yang mungkin masih dikandung gas *Brown* tersebut. Selanjutnya gas didistribusikan ke ruang bakar mesin kendaraan melalui *inlet manifold*.

Pelat anoda-katoda beserta air dan katalisnya terletak di dalam tabung yang kedap/ mampat yang berfungsi sebagai pengelektroliser. Pada tutup tabung dipasang *nozzle* yang dihubungkan ke selang yang akan menyalurkan gas *Brown* dari tabung elektroliser ini ke tabung *water trap*. Saat arus (+) dari accu di hubungkan ke perangkat tabung elektroliser



Gambar 4  
Pelat Anoda Katoda di dalam Tabung elektroliser

melalui kutub pelat anoda (9) sedang kutub pelat katoda (10) dihubungkan ke (-) accu, maka timbul gelembung gas *Brown* pada tabung elektroliser tersebut, terlihat bahwa gelembung gas yang terjadi bergerak naik ke atas menuju ke *nozzle* (11) terus melalui selang menuju ke *water trap*. Desain/ bentuk pelat anoda-katoda seperti terlihat pada gambar 2 memungkinkan terjadinya pergerakan gas yang cepat dari bawah ke atas, sedangkan pelat anoda-katoda pasangannya seperti yang tampak pada gambar 3 memungkinkan pelat untuk menghasilkan gelembung gas *Brown* yang banyak dan usia

pakai pelat yang relative lama. Tabung *water trap* yang berfungsi memisahkan gas *Brown* dengan air yang mungkin masih di kandungnya, juga berupa tabung mampat/ kedap. Tujuan dari penggunaan tabung *water trap* maupun tabung elektroliser dengan menggunakan jenis tabung yang mampat/ kedap adalah agar dapat menyalurkan gas *Brown* melalui *nozzle* dan selang ke ruang bakar kendaraan seoptimal mungkin dan tidak terjadi kebocoran yang akan mengganggu/ mengurangi kemampuan kinerja alat ataupun mesin kendaraan.

Berikut ini dimensi/ ukuran berbagai komponen utama yang digunakan pada tabung pengelektroliser seperti yang tampak pada gambar 4 di atas, yaitu:

1. Tabung elektroliser yang biasa digunakan untuk tabung filter air tanah rumah tangga, isi maks. 1250 ml. Dimensi tabung  $\varnothing$  120 mm x 280 mm. Tabung ini memiliki sekat karet di sekeliling tutupnya yang berarti tabung ini bersifat vakum.
2. Pelat *stainless steel* untuk elemen anoda berukuran 170 mm x 50 mm x 0,4 mm.
3. Pelat *stainless steel* untuk elemen katoda berukuran 140 mm x 45 mm x 1,5 mm.
4. Pelat *stainless steel* pemegang anoda dan katoda berukuran 175 mm x 20 mm x 2 mm.
5. Baut panjang berukuran M6 x 70 mm dan mur M6 *stainless steel* pengikat elemen anoda dan katoda.
6. Seal penyekat yang terbuat dari selang karet.

### **Klaim**

1. Suatu desain/ bentuk dan posisi pemasangan pelat *stainless steel* yang digunakan sebagai elektroda anoda dan katoda pada proses elektrolisis air dan katalisnya untuk menghasilkan gas *Brown* yang akan dipasok ke dalam ruang bakar kendaraan bermotor. Bentuk/ desain dan posisi pemasangan pelat anoda-katoda tersebut seperti terlihat pada gambar 2 dan 3 di atas.
2. Dimensi/ ukuran pada kedua pelat anoda-katoda seperti pada klaim 1, digunakan untuk tabung elektroliser yang biasa digunakan untuk tabung filter air tanah rumah tangga, isi maks. 1250 ml. Dimensi tabung  $\varnothing$  120 mm x 280 mm.
3. Jumlah pelat anoda-katoda yang digunakan pada klaim 1, masing-masing 6 (enam) buah, tebal pelat anoda 0,4 mm sedangkan pelat katoda 1,5 mm (fungsi pelat sebagai anoda-katoda dapat dipertukarkan), dan jarak antar pelat 5 mm.
4. Bentuk/ desain dan posisi pemasangan pelat anoda-katoda, dimensi/ ukuran masing-masing pelat, jumlah, tebal, dan jarak antar pelat, seperti pada klaim 1 sampai 3, digunakan pada proses elektroliser air dan katalisnya untuk menghasilkan gas *Brown*, yang terdapat pada Rancangan Alat Penghemat BBM Kendaraan Bermotor dengan menggunakan air sebagai suplemennya yang terpasang pada kendaraan dengan spesifikasi sebagai berikut : Kendaraan Bermotor roda empat SUV buatan 1992 bermesin bensin 2300 CC Carburator.

## Abstrak

### **BENTUK PELAT ANODA DAN KATODA UNTUK PROSES ELEKTROLISIS AIR PADA RANCANGAN ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR MINYAK KENDARAAN BERMOTOR**

Invensi ini mengenai bentuk/ desain dan posisi pemasangan pelat *stainless steel* yang digunakan untuk elektroda anoda dan katoda pada elektroliser penghasil gas *Brown* yaitu gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis air dan katalisnya, sebagai suplemen penghemat bahan bakar minyak kendaraan bermotor. Bentuk/ desain dan posisi pemasangan pelat anoda pada perangkat elektroliser ini mempercepat pergerakan gas *Brown* yang dihasilkan di dalam tabung elektroliser untuk bergerak ke atas ke arah nozzle dan selang untuk didistribusikan segera ke tabung *water trap* dan selanjutnya ke ruang bakar mesin kendaraan bermotor. Sedangkan bentuk/ desain pelat katoda yang persegi panjang, memungkinkan untuk menghasilkan gas *Brown* yang lebih banyak dan usia penggunaan pelat yang lebih lama.

Pada saat sumber tegangan *accu* di koneksikan pada perangkat penghemat BBM dengan menggunakan air sebagai suplemennya, maka proses elektrolisis terjadi ditandai dengan timbulnya gelembung gas *Brown* pada tabung elektroliser yaitu berubahnya molekul air  $H_2O$  menjadi gas  $HHO$  (gas *Brown*). Dari tabung elektroliser gas *Brown* disalurkan ke tabung *water trap*, dan selanjutnya ke ruang bakar kendaraan. Dengan sifatnya yang mudah terbakar, maka adanya pasokan gas *Brown* di ruang bakar kendaraan akan mengurangi konsumsi BBMnya. Dengan demikian maka makin banyak gas *Brown* yang dihasilkan dan makin cepat didistribusikan maka makin banyak BBM yang dapat dihemat, emisi gas buang lebih bersih dan kendaraan bermotor menjadi lebih ramah lingkungan.

# RANCANGAN ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR MINYAK KENDARAAN BERMOTOR DENGAN MENGGUNAKAN AIR SEBAGAI SUPLEMENNYA

M. Derajat Amperajaya, Arief Suwandi, Mukhamad Abduh  
Dosen Teknik Industri Universitas Esa Unggul, Jakarta  
Email : [derajat.amperajaya@esaunggul.ac.id](mailto:derajat.amperajaya@esaunggul.ac.id)

## Abstrak

Alat transportasi berupa kendaraan bermotor merupakan salah satu pengonsumsi BBM fosil terbesar di Indonesia. Berbagai upaya dilakukan untuk dapat mengurangi tingkat konsumsi BBM tersebut, maka alat penghemat BBM yang dapat dengan mudah dipasang di kendaraan bermotor dengan harga terjangkau merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi konsumsi BBM. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan alat penghemat BBM bagi kendaraan bermotor, dengan menggunakan proses elektrolisa air *Brown* serta metode injeksi *Mayer* melalui modifikasi penggunaan material maupun bentuk berbagai komponen rancangan alatnya untuk mendapatkan gelembung *Brown* gas yang paling optimal. Gas optimal yang dihasilkan menyebabkan proses pembakaran yang lebih sempurna sehingga hasil pembakarannya pun menjadi lebih bersih dan ramah lingkungan. Komponen pembentuk rancangan menggunakan material yang mudah didapat di dalam negeri. Melalui 2 (dua) kali pengujian pada progres 70 % penelitian ditahun pertama ini diperoleh hasil bahwa : Pertama, beberapa material logam pada perangkat elektroliser ternyata terbukti tidak terbuat dari *stainless steel* seperti yang diharapkan sehingga berkarat. Kedua, ada 5 (lima) variable dan 12 (dua belas) atribut yang berpengaruh terhadap banyaknya gas *Brown* yang dapat di produksi Perangkat Penghemat BBM Kendaraan Bermotor yang menggunakan air sebagai suplemennya ini. Penelitian dilanjutkan untuk memperoleh kombinasi variable dan atribut yang paling optimal dari draft rancangan yang dibuat.

**Kata Kunci** : Elektrolisa Air, *Brown Gas*, *Water for Fuel Cell*. Air sebagai suplemen BBM.

## Pendahuluan

Semakin menipisnya cadangan minyak bumi yang berasal dari fosil, memaksa perlu dilakukannya pencarian berbagai sumber energi baru/ terbarukan (*new/ renewable energy*) ataupun berbagai upaya untuk meminimumkan/ mengefisienkan penggunaan bahan bakar konvensional yang bersumber dari fosil tersebut.

70 % responden pengguna kendaraan bermotor menyatakan bahwa faktor mesin adalah faktor yang paling mempengaruhi tingkat efisiensi konsumsi BBM, maka solusi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan BBM kendaraan bermotor dapat di fokuskan pada factor mesin kendaraan (Sudrajat, Indonesia, & Penelitian, 2012). Kendaraan bermotor baik milik pribadi maupun kendaraan umum seperti mobil dan sepeda motor merupakan salah

satu pengonsumsi bahan bakar fosil yang terbesar di Indonesia. Para produsen kendaraan bermotor terus berupaya untuk mengembangkan mesin kendaraannya yang makin irit bahan bakar sekaligus ramah lingkungan. Instansi riset pemerintah seperti BPPT, Puspiptek, LIPI, serta berbagai Perguruan Tinggi termasuk Perguruan Tinggi Swasta juga terus berupaya mengembangkan penggunaan BBM terbarukan maupun BBM yang hemat. Pemerintah melalui kebijakan yang dibuat oleh kementerian terkait seperti Kementerian ESDM hingga Kemenristek Dikti secara operasional masih belum dapat memberikan hasil yang optimal. Berbagai kendala yang dihadapi terkait dengan pengembangan energi baru dan terbarukan khususnya untuk BBM kendaraan bermotor ini sangat kompleks. Berbagai kendala yang dapat disebutkan

di sini seperti masih sangat terbatasnya ketersediaan SPBU untuk kendaraan Biogas dan Biodiesel, bahkan Biofuel masih sebatas riset. Biaya proses pengolahan bahan baku/ material energi baru dan terbarukan untuk siap digunakan sebagai BBM yang masih mahal karena membutuhkan jumlah/ volume yang besar. Biaya modifikasi mesin untuk menyesuaikan dengan spesifikasi BBM yang digunakan juga mahal karena beberapa material komponen mesin masih harus diimpor. Bahan kimia tambahan/ penunjang yang berfungsi sebagai katalis yang juga masih harus diimpor. Dan lain sebagainya. Kondisi dan situasi inilah yang menyebabkan alat transportasi di Indonesia khususnya kendaraan bermotor masih sepenuhnya menggunakan BBM yang bersumber dari fosil tersebut.

### **Kajian Literatur**

Menurut Wiranto Aris Munandar (1988) secara umum pengertian motor bakar diartikan sebagai pesawat yang dapat mengubah suatu bentuk energi *thermal* menjadi energi mekanik. Motor bakar dapat pula diartikan sebagai pesawat dan energi dimana kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar dalam pesawat itu sendiri. Oleh karena itu, motor bakar yang pembakarannya terjadi di dalam pesawat itu sendiri disebut pesawat tenaga dengan pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*).

Pada tahun 1876, Nichollus Otto menemukan motor bakar torak dengan motor bakar bensin. Karena bentuknya kecil, tenaganya besar, dan mudah dihidupkan, serta sangat praktis, maka memberinya kemungkinan untuk dapat digunakan diberbagai lapangan kerja dengan beragam fungsi kerja.

Motor bakar torak (*piston*) menggunakan torak tunggal atau beberapa torak. Fungsi torak adalah

sebagai komponen pemampat udara untuk proses pembakaran pada ruang bakar. Ledakan yang terjadi akibat percikan api (mesin bensin) atau kompresi/ tekanan udara yang sangat tinggi (mesin diesel) bertemu dengan bahan bakar dan udara pada ruang bakar saat proses pembakaran, menghasilkan gaya dorong yang besar dari torak ke batang torak (*connecting rod*), kemudian gaya dorong tersebut diteruskan ke poros engkol (*crank shaft*) mengakibatkan poros engkol berputar. Motor bakar terbagi menjadi 2 (dua) jenis utama, yaitu motor diesel dan motor bensin. Perbedaan umum terletak pada sistem penyalan. Penyalan pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan bunga api listrik yang dipercikan oleh busi (*spark plug*). Mesin jenis ini sering juga disebut *Spark Ignition Engine*. Sedangkan pada motor diesel penyalan terjadi karena kompresi yang tinggi di dalam ruang bakar kemudian bahan bakar disemprotkan melalui *nozzle*. Mesin jenis ini sering juga disebut *Compression Ignition Engine*.

Bersumber dari <http://teknologi.kompasiana.com/terapan/2010/05/25/bahan-bakar-air/> diakses pada tanggal 9 April 2017. Yull Brown (1974) professor dari Sydney, Australia berhasil menemukan campuran sempurna gas hidrogen dan oksigen yang diperolehnya melalui suatu proses elektrolisa air (hidrolisa) yang tidak membutuhkan energi listrik terlalu besar, bahkan menghasilkan daya ledakan (*explosivity*) yang cukup besar yang dapat dimanfaatkan untuk motor bakar. Profesor Brown kemudian menamakan campuran gas yang eksplosif tadi sebagai Gas Brown (*Brown Gas*). "Bahan Bakar dari Air" (Eddie Santosa, Detik News) telah dipatenkan Stanley Mayer pada 1990 dengan mendesain mobil yang bergerak dengan bahan bakar air. Mayer telah mematenkan temuannya di AS



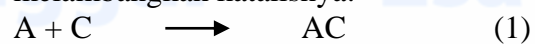
dengan nomor US Patent 4.936.961 yang berjudul “ *Method For The Production Of a Fuel Gas* “. Mayer mengklaim bahwa temuannya yang dipopulerkan dengan nama “*Water For Fuel Cell*“ itu mampu memecah air (H<sub>2</sub>O) menjadi Hidrogen (H) dan Oksigen (O<sub>2</sub>). Mobil bermesin Volkswagen itu mampu melesat dengan menggunakan air sebagai pengganti bensin. Mayer membuat injeksi untuk menyemprotkan uap ke silinder (ruang bakar), dimana uap air itu kemudian dipecah menjadi Hidrogen dan Oksigen, yang kemudian bersama-sama dengan bahan bakar dan udara dibakar seperti pada motor bakar konvensional.

Berdasarkan “Menghemat BBM dengan Air” – Green Skitech. Sutrisno, D (2006) uji coba dapat dilakukan dengan memisahkan hidrogen dalam air melalui proses elektrolisa yang ditandai dengan keluarnya gelembung – gelembung udara di dalam air tersebut. Hidrogen yang dihasilkan oleh elektrolisa pada dasarnya untuk meningkatkan efisiensi proses pembakaran yang terjadi di dalam silinder (ruang bakar) mesin.

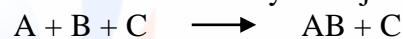
*Water For Fuel* adalah sebuah alat elektrolisa air (*electrolyser*) dengan proses mengalirkan arus listrik searah (DC) ke arah katoda dan anoda yang memiliki desain tertentu. Elektroda tersebut direndam di dalam air suling yang telah ditambah oleh katalis di dalam tabung vakum. Ketika arus listrik mengalir, timbul magnet pada elektroda yang dapat memecah unsur pada air (H<sub>2</sub>O) menjadi gas HHO (gas Brown). Gas HHO yang telah berhasil dipecah dari unsur H<sub>2</sub>O dialirkan menuju ruang bakar, yang akan dicampur dengan bahan bakar minyak dan udara yang kemudian dibakar. Dengan demikian maka volume bahan bakar yang dibakar menjadi lebih sedikit karena telah tergantikan oleh gas HHO yang juga mudah terbakar. Sehingga proses pembakaran ini

membutuhkan volume bahan bakar minyak yang lebih sedikit akan tetapi terjadi pembakaran lebih sempurna serta gas buang yang lebih ramah lingkungan karena rendahnya kadar CO yang terbentuk.

Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama, yaitu: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (atau substrat) untuk sementara terjerat. Ikatan dalam substrat–substrat menjadi lemah sedemikian sehingga memadai terbentuknya produk baru. Ikatan antara produk dan katalis lebih lemah, sehingga akhirnya terlepas. Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi, dalam suatu proses yang memulihkan katalisnya. Berikut ini merupakan skema umum reaksi katalisis, di mana C melambangkan katalisnya:



Meskipun katalis (C) termakan oleh reaksi 1, namun selanjutnya dihasilkan kembali oleh reaksi 2, sehingga untuk reaksi keseluruhannya menjadi,



Berdasarkan

[http://id.wikipedia.org/wiki/Baja\\_tahan\\_karat](http://id.wikipedia.org/wiki/Baja_tahan_karat) yang diakses pada tanggal 26 april 2017. *Stainless Steel* atau yang lebih dikenal sebagai baja tahan karat adalah senyawa besi yang mengandung setidaknya 10,5% kromium untuk mencegah proses korosi (berkaratnya logam). Kemampuan tahan karat diperoleh dari terbentuknya lapisan film

oksida kromium, dimana lapisan oksida ini menghalangi proses oksidasi besi (Ferum). Pada [http://www.chemistry.org/tanya\\_pakar/mengapa\\_stainless\\_steel\\_tidak\\_berkarat.com](http://www.chemistry.org/tanya_pakar/mengapa_stainless_steel_tidak_berkarat.com) yang diakses pada tanggal 26 april 2017. Di dapat bahwa *Stainless steel* dapat bertahan dari serangan karat berkat interaksi bahan-bahan campurannya dengan alam. *Stainless steel* terdiri dari besi, *chrome*, *mangan*, *silikon*, *carbon* dan seringkali *nikel* and *molibdenum* dalam jumlah yang cukup banyak.

### Metode Penelitian

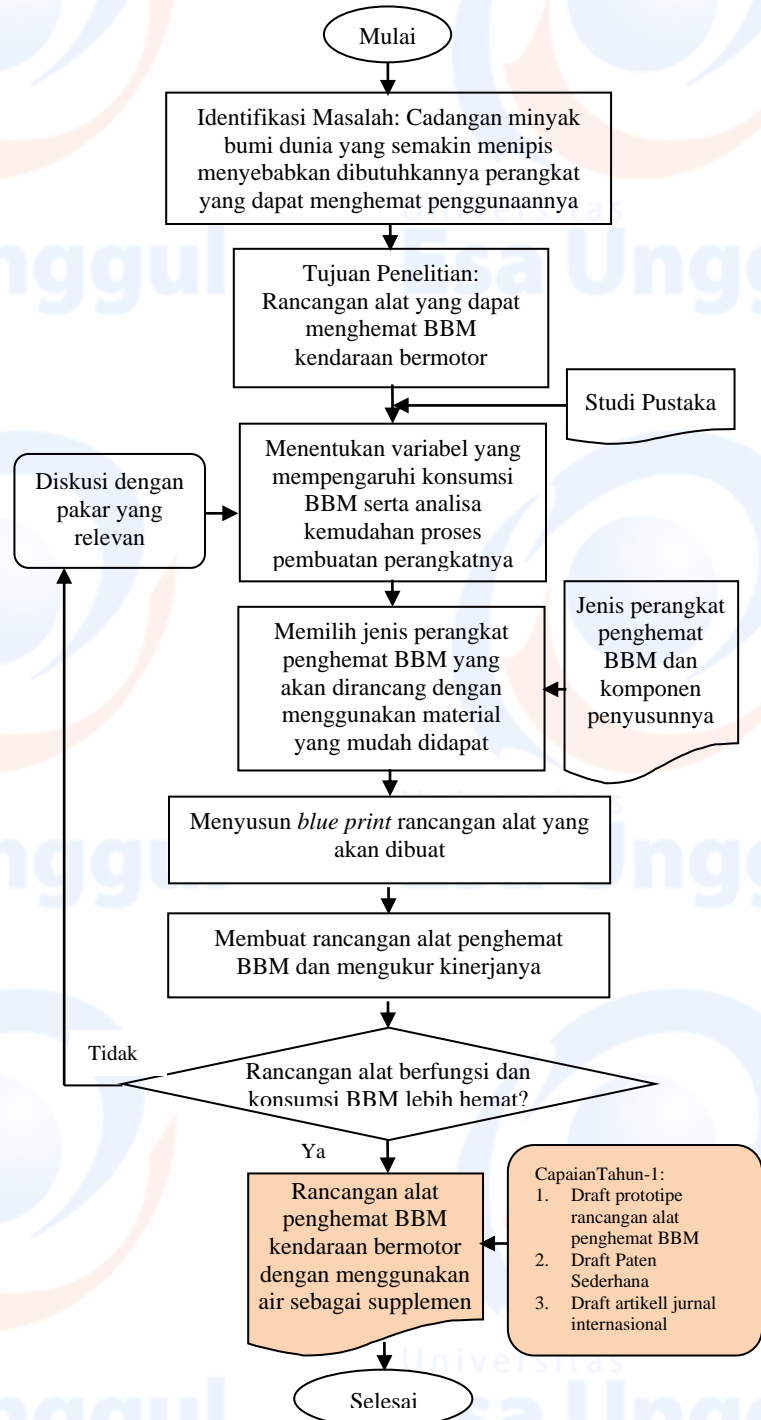
Penelitian dimulai dari identifikasi masalah yaitu semakin menipisnya cadangan minyak bumi dunia yang berasal dari fosil menyebabkan dibutuhkan perangkat yang dapat menghemat penggunaannya.

Penelitian di tahun pertama ini bertujuan untuk menghasilkan draft rancangan alat penghemat BBM kendaraan bermotor. Dimana melalui studi literature dirumuskanlah lebih dahulu variable-variabel yang mempengaruhi konsumsi BBM serta analisa kemudahan proses pembuatan perangkatnya.

Tahap berikutnya memilih jenis perangkat penghemat BBM yang akan dirancang dengan menggunakan material yang mudah didapat serta mempertimbangkan spesifikasi kendaraan yang menggunakannya.

Tahapan selanjutnya menyusun rencana kerja untuk proses pembuatan serta menyediakan dan mengadakan material dan peralatan kerja yang dibutuhkan. Lalu proses pembuatan rancangan alat penghemat BBM ini mulai di lakukan. Rancangan alat akan dikaji melalui beberapa kali evaluasi yaitu mengevaluasi kinerja alat dan mengukur dampaknya pada tingkat konsumsi BBM kendaraan yang menggunakannya.

Target luaran wajib di tahun pertama adalah draft purwarupa rancangan alat penghemat BBM ini dan draft paten sederhana. Sedangkan luaran tambahannya adalah draft artikel jurnal internasional.



## Hasil dan Pembahasan

Rancangan alat penghemat BBM ini akan diinstalasi pada kendaraan bermotor jenis roda empat SUV buatan tahun 1992 bermesin bensin 2300 CC Carburator. Pemilihan jenis mobil ini karena berteknologi konvensional (tanpa ECU), memiliki ruang mesin relative besar, dan boros BBM. Dari hasil pengukuran penggunaan BBM kendaraan tersebut diperoleh rasio konsumsinya sebesar 1 : 5,32, yang artinya 5,32 km perliter.

Dengan mempertimbangkan bahwa penelitian ini adalah kelanjutan dari penelitian terdahulu yang berjudul "Rancangan Perangkat *Water For Fuel* Sebagai Upaya Peningkatan Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Minyak Kendaraan Bermotor" (Amperajaya & Sudrajat, 2012) yang diperuntukkan bagi sepeda motor Honda Vario tahun produksi 2012 dan berdasarkan analisa serta diskusi dengan para pakar maka diperoleh tahapan pembuatan rancangan alat penghemat BBM dengan menggunakan air sebagai suplemennya adalah sebagai berikut:

1. Penentuan variable dan atribut dasar alat rancangan.  
Diperoleh hasil bahwa ada 2 (dua) variable dasar alat rancangan, yaitu
  - a. Alat rancangan harus menggunakan material yang mudah didapat di sekitar area penelitian dengan harga yang terjangkau.
  - b. Alat rancangan harus menggunakan material yang tahan karat terutama perangkat yang bersentuhan dengan air.

Adapun atribut kedua variable dasar ini adalah penggunaan material-material yang mudah didapat, harga terjangkau, serta tahan karat tersebut akan di terapkan pada perangkat tabung elektroliser, perangkat *water*

*trap*, instalasi kelistrikan, instalasi distribusi gas *Brown*, serta jenis katalis yang digunakan. Pada tahapan ini juga dilakukan perencanaan sekaligus pembuatan dudukan (*bracket*) pemegang berbagai perangkat alat penghemat BBM yang digunakan, terutama dudukan pemegang Perangkat Tabung Elektroliser dan Perangkat Tabung *Water Trap*. Selain karena kedua perangkat ini berukuran relative besar yang membutuhkan area relative luas di dalam ruang mesin kendaraan, dudukan pemegang kedua perangkat ini juga direncanakan akan dipasang pada posisi-posisi mur baut yang telah ada di dalam ruang mesin kendaraan. Pada tahapan ini juga dilakukan pemasangan pelat pelindung panas pada bagian *manifold* kendaraan untuk mengurangi panas yang mengarah pada kedua tabung.



Gambar 1

Tampak Samping Posisi Dudukan Pemegang Tabung, Tabung Elektroliser dan *Water Trap*

2. Pembuatan perangkat tabung elektroliser.  
Pada tahapan ini dimulai dengan pengadaan material yang dibutuhkan. Material yang dipilih adalah yang mudah didapat dengan harga yang terjangkau dan tahan karat. Beberapa komponen utama pada perangkat tabung elektroliser adalah sebagai berikut:

- Tabung elektroliser yang biasa digunakan untuk tabung filter air tanah rumah tangga, isi maks. 1250 ml. Dimensi tabung Ø 120 mm x 280 mm. Tabung ini memiliki sekat karet di sekeliling tutupnya yang berarti tabung ini bersifat vakum.
- Pelat *stainless steel* untuk elemen anoda berukuran 170 mm x 50 mm x 0,4 mm.
- Pelat *stainless steel* untuk elemen katoda berukuran 140 mm x 45 mm x 1,5 mm.
- Pelat *stainless steel* pemegang anoda dan katoda berukuran 175 mm x 20 mm x 2 mm.
- Baut panjang berukuran M6 x 70 mm dan mur M6 *stainless steel* pengikat elemen anoda dan katoda.
- Seal penyekat yang terbuat dari selang karet.

Gambar 2 dan 3 di bawah ini menunjukkan beberapa bentuk komponen utama yang dibuat dan digunakan pada perangkat tabung elektroliser.



Gambar 2 dan 3  
Pelat katoda dan anoda

Komponen-komponen tersebut di atas dirakit menjadi 2 (dua) kelompok pelat yaitu anoda dan katoda yang dipasang berselang-seling. Dimulai dari pemasangan baut panjang pada pelat pemegang disalah

satu sisi kemudian pemasangan pelat anoda. Selanjutnya baut panjang yang dipasang di sisi lainnya digunakan untuk tempat pemasangan pelat-pelat katoda. Pelat anoda dan katoda di pasang berselang seling yang tidak boleh saling bersentuhan. Untuk menghindari tersentuhnya pelat anoda dan katoda maka pada baut panjang di masing-masing pelat di pasang seal penyekat. Gambar 4 di bawah ini tampak pelat elemen anoda-katoda terpasang pada pelat pemegang.



Gambar 4  
Pelat elemen anoda-katoda terpasang pada pelat pemegang

Jumlah pelat anoda dan katoda yang di pasang pada perangkat elektroliser ini disesuaikan dengan diameter tabung sebesar 120 mm. Pada penelitian ini masing-masing menggunakan 6 lembar pelat. Makin banyak pelat yang dipasang berpotensi menghasilkan gelembung gas *Brown* makin banyak. Pelat-pelat pemegang elemen anoda katoda selanjutnya di pasang pada tutup tabung elektroliser, lalu tabung di pasang seperti tampak pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5

Elemen anoda-katoda terpasang pada tabung elektroliser



Gambar 6

Tabung *water trap*

3. Pembuatan perangkat tabung *water trap*.

Tabung *water trap* berfungsi untuk menangkap molekul air yang belum terurai yang masih terbawa gas Brown. Tabung *water trap* yang dipilih adalah tabung yang memiliki 2 lapis tabung dengan alasan bahwa tabung ini menampung gas brown sebelum dipasok ke dalam ruang bakar dimana gas tersebut merupakan gas bertekanan tinggi. Tabung *water trap* ini berukuran  $\text{Ø}75 \text{ mm} \times 220 \text{ mm}$ , sedangkan tabung yang di bagian dalam berukuran  $\text{Ø} 53 \text{ mm} \times 170 \text{ mm}$ . Pengerjaan yang dilakukan pada tabung *water trap* adalah pembuatan lubang untuk mengalirkan gas Brown dari *water trap* ke *inlet* ruang bakar. Sedangkan untuk mengalirkan gas Brown yang dari tabung elektroliser ke dalam tabung *water trap* menggunakan lubang pada tutup tabung *water trap* yang sudah tersedia. Pada tabung *water trap* juga terdapat *seal* penyekat seperti halnya pada tabung elektroliser. *Seal* ini berfungsi menjaga tabung tetap vakum. Bentuk tabung *water trap* seperti tampak pada gambar 6 di bawah ini.

4. Pembuatan rangkaian instalasi kelistrikan.

Gambar rangkaian kelistrikannya seperti tampak pada gambar 7 di bawah ini.

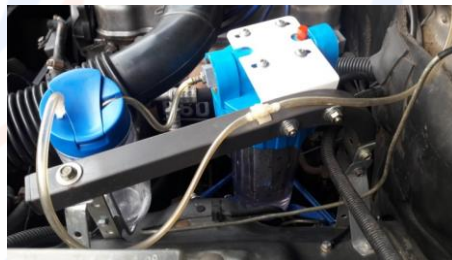


Gambar 7

Instalasi Listrik Alat Penghemat Terpasang di Kendaraan

5. Instalasi distribusi gas *Brown*

Dari *water trap* kemudian gas *Brown* didistribusikan ke *inlet manifold* ruang bakar. Gambar rangkaian instalasi distribusi gas *Brown* seperti tampak pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8

Instalasi Distribusi Gas *Brown* terpasang di kendaraan

6. Pemeriksaan dan pengukuran kinerja alat.

Pemeriksaan dan pengukuran kinerja alat dilakukan berdasarkan 2 (dua) kondisi yaitu sebelum dan sesudah penggunaan katalis. Hasil uji coba tahap pertama perangkat  $\pm$  3 hari pemakaian ( $\pm$  150 km) sebelum menggunakan katalis diperoleh hasil sebagai berikut:

- a. Kondisi tabung elektroliser secara visual:
  - Air keruh karena karat (warna coklat) dan karat mengendap.
  - Pelat pemegang elemen berkarat dan tertutup serbuk kapur.
  - Baut panjang pemegang katoda maupun anoda berkarat dan tertutup serbuk kapur.
  - Baut pemegang pelat ke tutup tabung dalam kondisi baik.
- b. *Water trap*, instalasi listrik dan instalasi distribusi gas *Brown*, dalam kondisi baik.

Dari hasil pengujian tersebut dapat dipastikan bahwa beberapa pelat yang digunakan pada perangkat elektroliser ternyata bukan terbuat dari *stainless steel* seperti yang diharapkan, hal ini dapat terjadi karena saat pembelian material pelat, informasi mengenai material pelat tersebut hanya disampaikan secara lisan oleh penjaga outlet. Ini menjadi pembelajaran penting bahwa untuk membeli material *stainless steel* hanya dapat dilakukan melalui pembelian/ pemesanan secara langsung ke pemasoknya.

Hasil ujicoba tahap kedua perangkat setelah ditambahkan katalis (sodium bikarbonat merk Asahi sebanyak 2 (dua) sendok teh

untuk 1 (satu) liter air suling), adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah *bubble* (gelembung) gas *Brown* meningkat pesat (gelembung sangat banyak) dan bergerak di dalam tabung elektroliser sangat cepat.
- b. Instalasi listrik berupa kabel arus (+) dari relay yang menuju ke Anoda meleleh (terbakar). Hal ini menunjukkan bahwa proses elektrolisis ternyata menimbulkan peningkatan temperature yang sangat signifikan pada perangkat elektroliser termasuk instalasi kelistrikannya.

Berdasarkan hasil uji coba tahap pertama dan kedua tersebut di atas maka variable beserta atribut yang mempengaruhi banyaknya gas *Brown* yang dapat di hasilkan adalah seperti yang tampak pada table 1 di bawah ini:

Tabel 1. Variabel dan Atribut yang mempengaruhi volume gas *Brown*

No.	Variabel	Atribut (factor yang berpengaruh)
1.	Katalis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbandingan volume katalis dan air.</li> <li>- Konduktivitas air.</li> </ul>
2.	Pelat pengelektrolisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jenis material pelat katoda-anoda.</li> <li>- Bentuk/ desain dan dimensi.</li> <li>- Jumlah pelat.</li> <li>- Tebal pelat.</li> <li>- Jarak antar pelat.</li> </ul>
3.	Ukuran/ dimensi selang gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selang dan nozzle dari dan ke tabung elektroliser serta <i>water trap</i>.</li> <li>- Selang dari <i>water trap</i> ke <i>inlet</i> mesin.</li> </ul>
4.	Katub pengaman tekanan/ temperature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perlu pengendali katub jika terjadi over pressure/ temperature yang dikendalikan dari ruang kabin pengemudi.</li> </ul>
5.	Instalasi kelistrikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggunaan relay pada kelistrikan elektroliser menjadikan berarus besar.</li> <li>- Pemasangan fuse tidak hanya pada posisi saklar ke relay tetapi juga dari relay ke elektroliser.</li> </ul>

Dari variable 1 sampai dengan 5 pada tabel 5.1 di atas dapat diketahui bahwa variable 2 merupakan variable yang memiliki atribut dengan peluang kombinasi pilihan yang paling minimal, maka tindak lanjut yang dilakukan:

Dari variable 2:

- Material pelat dudukan pemegang anoda katoda pada tutup tabung diganti menggunakan Stainless Steel SS-306 agar tidak lagi berkarat.
- Bentuk/ desain dan dimensi pelat anoda-katoda yang digunakan adalah seperti yang diusulkan pada gambar 2 dan 3, sekaligus sebagai target luaran wajib di tahun pertama yaitu draft paten sederhana.
- Jumlah pelat 6 pasang dan jarak antar pelat dibagi rata berdasarkan ukuran tabung elektroliser yang berdiameter  $\varnothing$  120 mm yang digunakan pada purwarupa ini.

Dari variable 1:

- Pengurangan katalis yang digunakan yaitu menjadi 0,5 (setengah) sendok teh sodium bikarbonat untuk 1(satu) liter air suling.
- Air suling yang digunakan memiliki konduktivitas  $< 1 \mu\text{S}$  (tertera pada label kemasan).

#### Hasil yang Dicapai

Dengan menempuh jarak (1) 153,5 km dan (2) 148,28 km diperoleh hasil sebagai berikut:

- Tidak terjadi perubahan warna kecoklatan pada tabung elektroliser, yang berarti material pelat dudukan pemegang anoda-katoda tidak lagi berkarat.
- Konsumsi BBM untuk jarak (1) 153,5 km membutuhkan 26,15 liter, sehingga rasio BBM : jarak adalah 1 : 5,87. Sedang untuk jarak (2) 148,28

km memerlukan 25,61 liter, maka rasio BBM : jarak adalah 1 : 5,79. Jika dibandingkan dengan rasio sebelum di pasanganya alat penghemat BBM yaitu 1 : 5,32, maka telah terjadi penghematan penggunaan BBM sebesar 9,6 %.

### Kesimpulan

Melalui tahapan proses penelitian berupa penentuan variable dan atribut dasar alat rancangan, pembuatan perangkat tabung elektroliser, pembuatan perangkat tabung *water trap*, pembuatan rangkaian instalasi kelistrikan, pembuatan rangkaian instalasi distribusi gas *Brown*, dan pemeriksaan serta

pengukuran kinerja alat, dapat menghasilkan draft purwarupa.

Pada pengukuran konsumsi BBM kendaraan yang digunakan pada penelitian sebelum pemasangan perangkat pengirit BBM diperoleh hasil rata-rata 1 : 5,32, yang artinya 5,32 km perliter.

Pengujian pertama draft purwarupa memberikan hasil berupa: beberapa komponen pada perangkat elektroliser ternyata berkarat, hal ini membuktikan bahwa material komponen yang digunakan masih bersifat korosif bukan dari jenis *stainless steel* seperti yang diharapkan. Pengukuran konsumsi BBM belum memberikan hasil yang signifikan karena terkendala kondisi perangkat yang berkarat dan belum bekerja secara optimal.

Pengujian kedua draft purwarupa memperoleh hasil berupa 5 (lima) variable dan 12 (dua belas) atribut yang mempengaruhi volume gas *Brown* yang dihasilkan. Variabel katalis dipengaruhi oleh volume katalis pada air di dalam tabung elektroliser serta nilai konduktivitas air yang digunakan. Variabel pelat elektroliser, dipengaruhi oleh jenis material pelat anoda-katoda

yang digunakan, bentuk dan dimensi, jumlah pelat, tebal pelat, dan jarak antar pelat. Untuk variable ukuran selang gas *Brown* berupa ukuran selang dari dan ke tabung elektroliser serta *water trap*, maupun selang dari *water trap* ke inlet mesin. Adapun variable katub pengaman tekanan/ temperature dipengaruhi oleh kemampuannya untuk dapat dikendalikan dari dalam ruang kabin pengemudi, maka diperlukan perangkat khusus untuk dapat melakukannya. Sedangkan variable Instalasi kelistrikan dipengaruhi oleh penggunaan *relay* dan pemasangan *fuse* tambahan pada posisi instalasi dari *relay* ke elektroliser.

Dengan penggantian material *stainless steel* pada komponen-komponen yang sebelumnya berkarat, serta *setting* pada variable 2 dan 1, maka diperoleh penghematan konsumsi BBM pada kendaraan yang menggunakan alat penghemat BBM ini sebesar 9,6 %.

### Saran

Melalui penelitian dan pengujian rancangan perangkat penghemat BBM ini beberapa saran yang dapat diberikan:

- Rancangan alat ini diperuntukkan untuk kendaraan roda empat SUV tahun 1992 bermesin bensin 2300 CC Carburator, dimana dari hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan ini memiliki 5 (lima) variabel dan 12 (dua belas) atribut yang mempengaruhi volume gas *Brown* yang dihasilkannya. Maka perlu dikaji apakah ke 5 (lima) variable dan ke 12 (dua belas) atribut tersebut juga berlaku untuk jenis kendaraan lainnya.
- Perlu dianalisis lebih dalam apakah instalasi kelistrikan rancangan alat yang digunakan tidak memberikan dampak negative pada sistem kelistrikan kendaraan, mengingat bahwa pada proses elektrolisis terjadi



hubungan singkat (*short*) antara kutub (+) dan (-) melalui media air.

### Ucapan Terima Kasih

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) tahun anggaran 2018.

### Daftar Pustaka

- Arismunandar, Wiranto. (2008). *Penggerak mula motor bakar torak*, Ganesha ITB, Bandung.
- Amperajaya, D., & Sudrajat, P. (2012). Rancangan Perangkat Water For Fuel Sebagai Upaya Peningkatan Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Minyak Kendaraan Bermotor. *Jurnal Inovasi*, 8(2), 51–63.
- Bhardwaj, ShrikantMontgomery; Verma, Ajay Singh; Sharma, Subod. (2014). Effect of Brown Gas On The Performance of A Four Stroke Gasoline Engine. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4 (1).
- Douglas C. (2011). *Introduction to Statistical Quality Control. Fourth Edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- D.V.N. Lakshmi, T.R Mishra & R. Das S. S. Mohapatra. (2013). Effects of Brown Gas Performance and Emission in a SI Engine. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 4 (12).
- Harus Laksana Guntur; Rasiawan; B. Sampurno; (2010). Pengembangan Sistem Suplai Brown Gas Model 6 Ruang Tersusun pada Mesin Mobil 1300 cc dengan Sistem Karburator. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*.
- Kelly, Patrick. 2017. *How to Make A Hydrogen Cells*. Dalam <http://waterpoweredcar.com/hydrobooster2.html>
- Leelakrishnan, E dan; Lokesh, N dan; Suriyan, H. (2013). Performance and Emission Characteristics of Brown's Gas Enriched Air In Spark Ignition Engine. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 2 (2).
- Marlina Ena, Wahyudi Slamet, Yuliati Lilis. (2013). Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H<sub>2</sub>O Dengan Katalis NaHCO<sub>3</sub>. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 4 (1)
- Peavey, Michael, A. (2017). *Fuel From Water – Energy Independence With Hydrogen*. Dalam <http://waterpoweredcar.com/hydrobooster2.html>
- Redaksi chem.-istry.org. (2015). *Mengapa Stainless Steel Tidak Berkarat?*. Dalam [http://www.chemistry.org/tanyapakar/mengapa\\_stainless\\_steel\\_tidak\\_berkarat/](http://www.chemistry.org/tanyapakar/mengapa_stainless_steel_tidak_berkarat/).
- Turner, Wayne C., Joe H. Mize, dan Kenneth E. Case. 1987. *Introduction to Industrial and Systems Engineering. Second Edition*. USA: Prentice-Hall International, Inc.
- Ulrich, Karl T. & Steven D. Eppinger. 2014. *Perancangan & Pengembangan Produk*. Salemba Teknika, Jakarta.
- Wikipedia Indonesia. 2016. *Katalis*. Dalam <http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Katalis&oldid=4352203>.
- Wikipedia Indonesia. 2017. *Baja Tahan Karat*. Dalam [http://id.wikipedia.org/wiki/Baja\\_tahan\\_karat](http://id.wikipedia.org/wiki/Baja_tahan_karat).