

**LAPORAN AKHIR**  
**INSENTIF SISTEM INOVASI NASIONAL (SINAS) TAHUN 2013**



**IDENTITAS :**  
**RT-2013-1065**

**Judul Topik Penelitian**  
**DESAIN *COUPLING* DAN *MIXER VARIABLE* UNTUK MEMPERCEPAT  
PEMANFAATAN LPG SEBAGAI BAHAN BAKAR ANGKUTAN UMUM  
SERTA PEMILIHAN *VAPORIZER* YANG SESUAI**

**Bidang Prioritas Iptek :**  
**TEKNOLOGI TRANSPORTASI**

**Jenis Insentif Riset :**  
**RISET TERAPAN (RT)**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG**

Kampus 1 : Jalan Tidar No. 21 Magelang 56126 Telpn (0293) 362082 Fax. (0293) 361004  
Kampus 2 : Jalan Mayjend Bambang Soegeng Km. 5 Mertoyudan Magelang 56172 Telp. (0293) 326945

**2013**



## LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN

1. Judul topik penelitian : Desain *Coupling* dan *Mixer Variable* Untuk Mempercepat Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Angkutan Umum Serta Pemilihan *Vaporizer* Yang Sesuai
2. Bidang Prioritas Iptek : Teknologi Transportasi
3. Jenis Insentif Riset : Riset Terapan (RT)
4. Lokasi penelitian : 1. Laboratorium Mesin Otomotif  
Universitas Muhammadiyah Magelang.  
2. Laboratorium Ototronik VEDC Malang
5. Nama Peneliti Utama : Muji Setiyo,ST, MT
6. Nama Lembaga/  
Institusi : Lembaga Penelitian  
Universitas Muhammadiyah Magelang
7. Unit Organisasi : Program Studi Mesin Otomotif  
Fakultas Teknik
8. Alamat : Jalan Mayjend Bambang Soegeng Km. 5  
Mertoyudan Magelang 56172 Telp. (0293)  
326945 Fax. Pesawat 111
9. Telepon/HP/Fax/e-mail : HP : 081328648046  
e-mail : [setiyo.muji@gmail.com](mailto:setiyo.muji@gmail.com)

Kepala Pusat Penelitian  
Universitas Muhammadiyah Magelang



  
Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

Magelang, 20 Oktober 2013

Ketua Peneliti,

Muji Setiyo, ST, MT  
NIDN. 0627038302

## RINGKASAN

*Liquefied Petroleum Gas* (LPG) merupakan salah satu bahan bakar alternatif pengganti BBM untuk sektor transportasi yang paling populer di dunia. Namun demikian, di Indonesia perkembangannya belum terlihat nyata karena belum tersedia infrastruktur stasiun pengisian LPG yang merata di seluruh wilayah dan pengadaan *converter kits* yang masih tergantung dengan produk luar negeri. Salah satu solusi yang bisa diterapkan adalah pemanfaatan LPG kemasan 12 kg dengan penambahan *coupling* khusus untuk menyambung aliran LPG dari tabung ke pipa. Permasalahan yang lain yaitu komponen *mixer* yang bersifat *fixed* sehingga ukuran venturi kadang tidak sesuai dengan kebutuhan mesin yang menyebabkan penurunan daya mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe *coupling* (alat penyambung LPG dari tabung ke pipa) dan *mixer variable* yang dapat digunakan pada berbagai kapasitas mesin dan berbagai jenis *vaporizer*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan tiga tahapan yaitu tahap instalasi *converter kits* pada kendaraan uji, tahap pembuatan prototipe *coupling* dan *mixer variable*, dan tahap pengujian prototipe pada berbagai jenis *vaporizer* (Tesla A100, Hansung C-081, dan Stefanelli 150HP).

Dari hasil pengujian dan oleh data diperoleh bahwa *vaporizer* jenis Hansung C 081 menghasilkan output daya yang optimal pada mixer berdiameter venturi 30 mm, sementara *vaporizer* Tesla A 100 menghasilkan daya optimal pada mixer dengan diameter venturi 35 mm. Kombinasi *vaporizer* jenis Stefanelli 150HP dan mixer dengan diameter venturi 40 mm menghasilkan output daya yang paling optimal, yaitu sebesar 82.2 hp /5578 rpm, sementara dengan mode operasi bensin menghasilkan output daya 81.6 hp /5550 rpm.

*Kata kunci : coupling, mixer variable, vaporizer, daya mesin*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas nikmat dan karunia-Nya kegiatan Riset Sinas yang berjudul “*Desain Coupling dan Mixer Variable* untuk mempercepat pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar angkutan umum serta pemilihan *vaporizer* yang sesuai” ini, dapat diselesaikan dengan lancar.

Kegiatan penelitian ini menghasilkan luaran berupa dua buah prototipe, dua buah invensi HKI dalam bentuk paten, dan publikasi ilmiah. Pelaksanaan kegiatan penelitian ini dibantu dan didukung oleh sejumlah pihak. Oleh karena itu diucapkan terimakasih kepada :

1. Dra. Retno Rusdijjati, M.Kes. selaku Kepala pusat penelitian Universitas Muhammadiyah Magelang , yang telah memberikan pengarahan dan monitoring selama pelaksanaan kegiatan penelitian.
2. Oesman Raliby, ST, M.Eng. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang yang telah memberikan pengarahan dan fasilitas selama kegiatan.
3. Saifudin, ST, M.Eng, selaku Ketua Program studi Mesin otomotif yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama kegiatan.

Akhir kata semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak terkait, dan koreksi maupun saran sangat diharapkan untuk penyempurnaan selanjutnya.

Magelang, 20 Oktober 2013

Muji Setiyo, ST, MT  
NIDN. 0627038302

## DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN .....	i
RINGKASAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan .....	2
1.3. Lingkup dan Batasan Penelitian.....	3
1.3.1. Tahap pertama .....	3
1.3.2. Tahap kedua .....	3
1.3.3. Tahap ketiga.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.1.1. Karakteristik LPG sebagai bahan bakar kendaraan .....	5
2.1.2. <i>Vaporizer</i> .....	6
2.1.3. <i>Mixer</i> .....	7
2.1.4. Penyesuaian Busi dan Perangkat Pengapian .....	8
2.2. Penelitian Relevan .....	10
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT .....	12
3.1. Tujuan .....	12
3.2. Manfaat .....	12
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	13
4.1. Observasi.....	14
4.2. Rancangan percobaan 1 .....	14
4.2.1. Alat dan bahan .....	14
4.2.2. <i>Lay out</i> Instalasi.....	15
4.3. Desain dan pembuatan prototipe .....	15
4.4. Rancangan percobaan tahap 2.....	15

4.5. Uji konsumsi bahan bakar.....	16
BAB 5. RENCANA CAPAIAN, HASIL DAN PEMBAHASAN .....	17
5.1. Rencana Capaian .....	17
5.2. Hasil dan Pembahasan .....	18
5.2.1. Hasil instalasi komponen mekanis.....	18
5.2.2. Rangkaian komunikasi dengan ECU mobil .....	19
5.2.3. Desain prototipe <i>coupling</i> .....	20
5.2.4. Desain prototipe <i>mixer variable</i> .....	22
5.2.5. Hasil pengujian pada <i>dynamometer</i> .....	25
5.2.6. Uji Konsumsi bahan bakar.....	27
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN .....	28
6.1. Kesimpulan .....	28
6.2. Saran .....	28
DAFTAR PUSTAKA .....	29

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Identifikasi masalah umum dan alternatif solusi .....	2
Tabel 2 Lingkup dan batasan penelitian tahap pertama.....	3
Tabel 3 Lingkup dan batasan penelitian tahap kedua .....	4
Tabel 4 Alat dan bahan penelitian tahap 1 .....	14
Tabel 5 Rancangan Percobaan penelitian tahap 2 .....	16
Tabel 6 Rencana capaian penelitian .....	17
Tabel 7. Hasil instalasi <i>vaporizer</i> .....	18
Tabel 8 Hasil uji pada <i>dynamometer</i> .....	25
Tabel 9. Perbandingan konsumsi bahan bakar .....	27



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Bentuk fisik <i>vaporizer</i> LPG .....	6
Gambar 2 LPG <i>mixer</i> .....	8
Gambar 3 Grafik penyesuaian pengapian pada mesin LPG .....	9
Gambar 4 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	13
Gambar 5 <i>Lay out</i> instalasi komponen <i>converter kits</i> .....	15
Gambar 6 Skema pengujian pada <i>chassis dynamometer</i> .....	16
Gambar 7. Komunikasi elektrik ke ECU .....	19
Gambar 8 Desain prototipe <i>coupling</i> .....	20
Gambar 9 <i>Common coupling</i> .....	22
Gambar 10 <i>Coupling</i> yang dikembangkan .....	22
Gambar 11 Desain prototipe <i>mixer variable</i> .....	23
Gambar 12 Proses penggantian venturi <i>mixer</i> .....	24
Gambar 13 Perbandingan torsi dan daya .....	26
Gambar 14. Perbandingan konsumsi bahan bakar .....	27

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto kegiatan penelitian .....	30
Lampiran 2 Desain <i>coupling</i> .....	31
Lampiran 3 Desain <i>mixer variable</i> .....	32
Lampiran 4 Hasil uji daya <i>vaporizer</i> Tesla A100 .....	33
Lampiran 5 Hasil uji daya <i>vaporizer</i> Hansung C-081 .....	34
Lampiran 6 Hasil uji daya <i>vaporizer</i> Stefanelli 150HP.....	35
Lampiran 7 <i>Log book</i> penelitian .....	36
Lampiran 8 Peta jalan yang ditempuh saat uji bahan bakar.....	52

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah kendaraan di Indonesia berbanding terbalik dengan ketersediaan bahan bakar minyak (BBM) yang terus berkurang. Pemakaian bahan bakar minyak berpengaruh negatif terhadap dua hal pokok. Pertama, pengaruh terhadap ketersediaan bahan bakar. Kedua, pengaruh terhadap peningkatan emisi gas buang yang berimbas pada pemanasan global. Jika kebijakan terkait subsidi BBM dilanjutkan, beban yang sangat besar harus ditanggung pemerintah melalui alokasi APBN.

Salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar minyak untuk kendaraan adalah **LPG/ VIGAS**. LPG memiliki beberapa keunggulan dari segi teknis dan ekonomis. Kandungan energi LPG sebesar 46 MJ/kg, sedangkan bensin sebesar 44 MJ/kg, dengan demikian kandungan energi LPG persatuan massa lebih unggul dari bensin. Tekanan LPG dalam tangki antara 1,0 sampai 1,2 MPa, sedangkan CNG mencapai sekitar 20 MPa. Ditinjau dari beban tekanan, LPG relatif lebih mudah dikembangkan daripada CNG. LPG memiliki nilai oktan mencapai angka 112, yang menunjukkan daya tahan terhadap *knocking* yang lebih baik.

Di Indonesia, permasalahan utama dalam pengembangan mobil bahan bakar gas baik LPG maupun CNG adalah **belum tersedianya infrastruktur yang memadai berkaitan dengan stasiun pengisian dan perangkat konversi (*converter kits*)**. Sementara ini, SPBG untuk LPG/VIGAS baru tersedia di Jakarta. Mobil LPG yang sekarang beroperasi masih mengandalkan *converter kits* impor dengan harga yang relatif mahal.

Pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar kendaraan sudah menjadi kebijakan energi di beberapa Negara seperti Turki, Polandia, Jepang, dan Korea Selatan. Saat ini, ada lebih dari 17,4 juta kendaraan LPG digunakan dan menghiasi jalan jalan diseluruh dunia sebagai kendaraan yang lebih ramah lingkungan dengan lebih dari 57.000 stasiun pengisian bahan bakar. Konsumsi global dari LPG mencapai 22,9 juta ton pada tahun 2010, dan meningkat sangat cepat. Permintaan meningkat sebesar 8,5 Mt, atau 59%, antara tahun 2000 sampai dengan tahun 2010 (WLPGA, 2012).

**Bagaimana dengan di Indonesia?** hingga saat ini, beberapa percobaan terkait LPG sebagai bahan bakar kendaraan di Indonesia, berkembang melalui pemanfaatan LPG kemasan 3 kg dan 12 kg. Ketersediaan LPG kemasan 3 kg dan 12 kg hampir diseluruh wilayah dapat dijadikan sebuah solusi yang logis. Informasi dan pemberitaan mengenai LPG sebagai bahan bakar kendaraan di Indonesia sudah banyak ditemukan, tetapi kenyataannya aplikasi secara nyata belum banyak dilihat.

Dengan kenyataan tersebut, pemanfaatan LPG dalam kemasan 12 kg menjadi solusi yang logis untuk mempercepat konversi BBM ke BBG. Sementara itu, kaitannya dengan *converter kits* yang mahal, bisa dilakukan dengan substitusi beberapa komponen yang sudah tersedia di pasar dalam negeri, seperti pipa LPG, selang air, klem, dan *fuel selector*. Dengan metode substitusi dan pengembangan komponen ini, diharapkan hanya menggunakan produk impor berupa *vaporizer* saja sambil menunggu produksi dalam negeri.

## 1.2. Permasalahan

Secara garis besar permasalahan pengembangan mobil LPG di Indonesia antara lain adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Identifikasi masalah umum dan alternatif solusi

No	Permasalahan	Alternatif solusi
1.	Belum tersedia SPBG LPG/VIGAS yang merata di seluruh wilayah	Pemanfaatan LPG kemasan 12 kg (non-subsidi)
2.	<i>Converter kits</i> masih impor dari luar negeri dengan harga mahal	Yang diimpor hanya <i>vaporizer</i> -nya saja, selebihnya dikembangkan dengan produk dalam negeri.

Alternatif solusi diatas masih terdapat kendala yang berarti, yaitu :

1. Perlu *coupling* (alat penyambung aliran LPG dari tabung LPG 12 kg ke pipa LPG) yang handal, aman, dan mudah dioperasikan.
2. Saat ini, *mixer* (pencampur LPG-udara) yang tersedia merupakan *mixer* dengan diameter venturi yang tetap sehingga sulit dilakukan

optimasi. Untuk itu perlu sebuah *mixer* dengan diameter venturi yang dapat disetel dan disesuaikan dengan kebutuhan mesin dan jenis *vaporizer*.

3. Belum ada studi jenis *converter kits* yang paling optimal dipakai untuk kendaraan di Indonesia. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian pada berbagai jenis *converter kits* untuk mengidentifikasi jenis yang paling optimal.

### 1.3. Lingkup dan Batasan Penelitian

#### 1.3.1. Tahap pertama

Pada penelitian tahap pertama ini, dilakukan proses instalasi tiga varian *vaporizer* pada kendaraan uji. *Vaporizer* dinyatakan baik jika mesin bisa beroperasi pada kondisi putaran *idle* ( $\pm 700$  rpm) dengan stabil, responsif pada putaran menengah (1500-2500 rpm), dan mampu bertahan pada putaran tinggi (di atas 3000 rpm). Tabel 2 berikut menyajikan lingkup dan batasan penelitian tahap pertama.

Tabel 2 Lingkup dan batasan penelitian tahap pertama

Batasan /level	Variabel dan objek penelitian		Parameter ukur (rpm)		
	Jenis <i>vaporizer</i>	Kendaraan uji	700	1500-2500	$\gt 3000$
Level 1	Hansung C-081	Toyota soluna 1500 cc seri 4A-FE	Stabil	Baik dan responsif	Baik dan mampu bertahan
Level 2	Tesla A100				
Level 3	Stefanelli 150HP				

Keterangan : Pada penelitian tahap pertama masih menggunakan *coupling* tipe *common* dengan pengunci satu sisi

#### 1.3.2. Tahap kedua

Kegiatan penelitian tahap kedua meliputi pembuatan prototipe *coupling* dan *mixer*. Model prototipe tersebut kemudian diaplikasikan pada kendaraan yang akan diujikan. Lingkup penelitian dan pengambilan data pada tahap kedua disajikan dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3 Lingkup dan batasan penelitian tahap kedua

Batasan /level	Objek/Variabel		Parameter ukur
	<i>Jenis vaporizer</i>	Diameter venturi mixer	
Level 1	Hansung C-081	30 mm	1. Torsi 2. Daya
Level 2	Tesla A-100	35 mm	
Level 3	Stafanelli 150HP	40 mm	

Keterangan : Pada penelitian tahap kedua ini sudah menggunakan coupling dengan pengunci steel ball yang dikembangkan

### 1.3.3. Tahap ketiga

Kegiatan penelitian tahap ketiga meliputi pengukuran konsumsi bahan bakar dan perhitungan aspek ekonomi.

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Tinjauan Pustaka**

#### **2.1.1. Karakteristik LPG sebagai bahan bakar kendaraan**

LPG diperoleh dari hidrokarbon yang dihasilkan selama penyulingan minyak mentah dan dari komponen gas alam. Komponen LPG didominasi propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ). LPG juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana ( $C_2H_6$ ) dan pentana ( $C_5H_{12}$ ) (Brevitt, 2002). Kandungan energi LPG sebesar 46.23 MJ/kg dan 26 MJ/l, sedangkan kandungan energi bensin sebesar 44.4 MJ/kg dan 34,8 MJ/l. Dibandingkan dengan bensin, LPG memiliki kandungan energi per satuan massa relatif tinggi, tetapi kandungan energi per satuan volumenya rendah (IEA ETSAP, 2010).

LPG memiliki nilai oktan 112 yang memungkinkan untuk diterapkan pada mesin dengan perbandingan kompresi yang lebih tinggi sehingga memberikan efisiensi thermal yang lebih tinggi pula. Dengan harga LPG per satuan volume yang lebih rendah dari harga bensin (non-subsidi), biaya operasional mesin LPG lebih rendah dan memiliki karakteristik ramah lingkungan. Oleh karena itu LPG menjadi alternatif energi yang populer sebagai pengganti bensin.

LPG memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan bensin. Konsumsi bahan bakar LPG per satuan volume lebih rendah daripada bensin. Distribusi gas pada tiap-tiap silinder lebih merata sehingga percepatan mesin lebih baik dan putaran stasioner lebih halus. Ruang bakar lebih bersih sehingga umur mesin meningkat. Kandungan karbon LPG lebih rendah daripada bensin atau diesel sehingga menghasilkan  $CO_2$  yang lebih rendah (R.R. Saraf, 2009).

Dari beberapa keunggulan di atas, aplikasi LPG sebagai bahan bakar kendaraan memiliki beberapa kelemahan diantaranya bahwa mesin berbahan bakar LPG umumnya menghasilkan daya yang lebih rendah daripada mesin bensin, penurunan daya yang terjadi sekitar 5% -10% (Ceviz & Yuksel, 2005). Mesin LPG juga memerlukan penyesuaian saat pengapian, komponen sistem pengapian dan kualitas sistem pengapian (Bosch, 2010).

### 2.1.2. Vaporizer

Salah satu komponen utama dari *converter kits* adalah *vaporizer*. *Vaporizer* terdiri dari dua bagian utama. Bagian pertama dinamakan regulator pengatur tekanan dan bagian kedua dinamakan dengan regulator pengatur aliran. Regulator tekanan disebut juga sebagai *reducer*, yang berfungsi untuk menurunkan tekanan LPG dari tabung menjadi tekanan output. Penurunan tekanan pada regulator mengakibatkan perubahan fasa LPG dari cair ke gas. Untuk membantu proses penguapan, air pendingin mesin dialirkan di sekeliling regulator.

Regulator pengatur aliran berupa katup yang dikendalikan oleh kevakuman *throttle body*. Katup regulator digerakkan oleh lever. Lever berupa pengungkit dengan titik tumpu di tengah. Satu ujung dikaitkan dengan diafragma dan ujung yang lain ditahan oleh pegas. Jumlah gas yang mengalir dari regulator tekanan ke ruang diafragma dipengaruhi oleh kekuatan pegas lever dan kevakuman ruang diafragma. Pegas lever dapat diatur dengan memutar baut penyetel yang terdapat pada bagian luar *vaporizer*, kevakuman ruang diafragma tergantung dari kecepatan aliran udara pada *throttle body*.

*Vaporizer* juga dilengkapi dengan katup *solenoid* dan katup akselerasi pada *vaporizer*. *Solenoid* dikendalikan oleh tegangan listrik dari sistem kelistrikan kendaraan. Katup aliran gas berfungsi untuk mengatur kapasitas aliran pada sisi output *vaporizer*. Katup akselerasi dapat diatur untuk mengurangi atau menambah luasan saluran output. Salah satu bentuk fisik *vaporizer* LPG yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Bentuk fisik *vaporizer* LPG  
(Sumber : Tesla Technologies)



### 2.1.3. Mixer

Untuk memasukkan LPG ke saluran *manifold*, digunakan sebuah *mixer* yang dipasang pada sisi depan *throttle body*. *Mixer* memiliki beberapa lubang memanjang yang mengelilingi lingkaran dalam. LPG dalam fasa gas mengalir dari *vaporizer* ke *mixer* melalui katup aliran gas (katup akselerasi). *Mixer* memiliki dua fungsi utama yaitu :

#### 1. Memberikan sinyal vakum

*Mixer* memberikan sinyal kevakuman untuk *vaporizer*. Sinyal vakum harus merepresentasikan jumlah udara yang melewati venturi *mixer* . Untuk mencapai hal ini *mixer* harus dirancang secara teliti . Salah satu komponen yang paling penting adalah venturi . LPG dan udara keluar dari venturi harus memiliki sudut lebih kurang 8 derajat untuk mencapai rasio konstan LPG dengan udara .

#### 2. Pencampuran LPG dan udara

Untuk mendapatkan campuran yang cepat, LPG dan udara tidak hanya harus dalam proporsi yang tepat , tetapi juga dicampur dengan tepat. Para produsen *mixer* melakukan inovasi sampai menghasilkan desain terbaik untuk setiap mobil. Hasilnya, sebagian besar adalah bahwa ***mixer* memberikan campuran yang tepat hanya pada beban parsial** dan campuran kurus pada beban penuh (Osch, 2013).

Deain *mixer* yang baik tidak hanya pada bentuknya, tetapi juga ukuran venturi . Semakin kecil diameter venturi, semakin tinggi sinyal vakum untuk *vaporizer* dan semakin akurat aliran LPG . Kerugiannya adalah efisiensi volumetik mesin akan menurun karena diameter kecil . Ini seperti seolah-olah mesin hanya dapat bekerja setengah *throttle*. Terutama mobil injeksi atau karburator kemungkinan besar akan mengalami kerugian daya hingga 20 % .

Osch (2013), merekomendasikan ukuran venturi harus minimal 75 % dari ukuran venturi karburator atau throttle body ( jika mesin EFI ). Lebih spesifik, ukuran venturi harus berkisar  $7.5\text{mm}^2$  dan jika mungkin  $10\text{mm}^2$  untuk setiap HP daya mesin. Beberapa model *mixer* disajikan dalam gambar 2 berikut.



Gambar 2 LPG mixer  
(Sumber : Mijo Autogas)

#### 2.1.4. Penyesuaian Busi dan Perangkat Pengapian

Penyesuaian perangkat pengapian pada mesin berbahan bakar LPG meliputi tegangan *coil* pengapian, jenis busi (*heat range value*), dan celah elektroda busi. Tujuan dari penyesuaian ini adalah untuk memperoleh optimasi pembakaran.

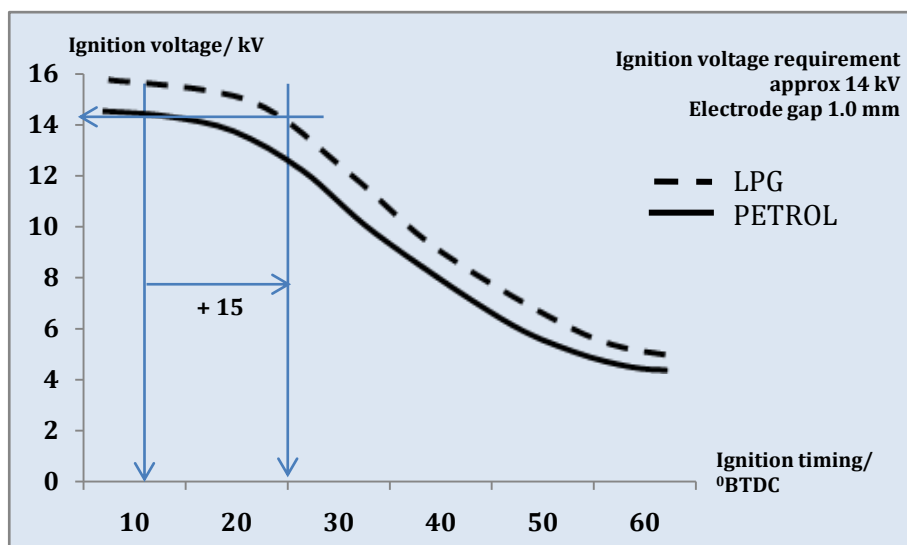
##### 2.1.4.1. Tinjauan Temperatur Ruang Bakar

Pada mesin dengan bahan bakar bensin, bensin masuk ke ruang bakar dalam bentuk uap. Selain berfungsi sebagai bahan bakar, bensin berfungsi sebagai pendingin (*evaporative cooling*). Bensin membantu mendinginkan elektroda busi dan komponen ruang bakar yang lain seperti katup-katup dan dinding ruang bakar. Pada mesin berbahan bakar LPG, selama LPG dimasukkan sudah dalam bentuk gas, akan terjadi fenomena pembakaran kering dan tidak menghasilkan efek pendinginan dalam (*inner cooling*). Hal ini menyebabkan ruang bakar dan elektroda busi menjadi lebih panas (Bosch, 2010).

##### 2.1.4.2. Tinjauan Tegangan Pengapian

Pembakaran LPG menghasilkan temperatur dan tekanan yang lebih tinggi dari mesin bensin (untuk mesin yang sama). Pada penyetelan celah elektroda busi yang sama (10 mm), ini berarti mesin LPG membutuhkan

tegangan pengapian yang lebih besar untuk ionisasi (peletikan bunga api dari elektroda positif ke elektroda negatif) dibandingkan mesin bensin. Sebagai langkah penyesuaian, dengan tegangan pengapian yang tidak diubah, maka dilakukan penyesuaian celah elektroda busi dengan cara mengurangi celah busi untuk mempermudah ionisasi. Mengingat kecepatan pembakaran LPG lebih rendah daripada bensin, maka diperlukan penyesuaian saat penyalaan. Untuk mendapatkan MBT yang sama dengan mesin bensin, saat pengapian dimajukan beberapa derajat engkol. Grafik ilustrasi penyesuaian pengapian dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3 Grafik penyesuaian pengapian pada mesin LPG  
(Sumber : Bosch, 2010)

#### 2.1.4.3. Penyesuaian nilai panas busi ( *heat range* )

Pembakaran dengan LPG menghasilkan deposit carbon dan pengotoran yang lebih sedikit daripada pembakaran bensin. Busi pada mesin LPG harus dapat mentransfer panas pembakaran ke *cylinder head* yang lebih baik, mengingat beban panas yang diterima lebih besar. Dengan alasan ini, mesin berbahan bakar LPG menggunakan busi dengan nilai panas yang lebih rendah. Penyesuaian jenis busi ini perlu dilakukan agar kinerja mesin pada temperatur tinggi tetap terjamin.

## 2.2. Penelitian Relevan

Dziubinski, Walusiak, & Pietrzyk (2007), melakukan penelitian eksperimental tentang pengujian sistem pengapian pada mobil berbahan bakar LPG. Salah satu variabel yang diteliti adalah ketergantungan tegangan sekunder *ignition coil* pada variasi ukuran celah busi 0,8; 0,9; 1,0; 1,1 mm. Busi yang digunakan adalah NGK BPR6-ES11. Hasil dari penelitian ini menyebutkan tegangan sekunder *ignition coil* paling optimal terjadi pada celah elektroda busi 0,8 mm dan 1,1 mm.

Kazimierz Lejda, Lejda, & Jaworski (2007), meneliti pengaruh tekanan injeksi LPG terhadap perubahan kontrol injeksi. Pada penelitian ini LPG diinjeksikan dalam fasa cair. Beberapa diantara hasil penelitiannya adalah sebagai berikut :

1. Peningkatan tekanan injeksi memperbesar volume injeksi LPG, meskipun terjadi pemendekan waktu injeksi oleh unit kontrol.
2. Peningkatan tekanan injeksi menghasilkan peningkatan volume bahan bakar dan menghasilkan peningkatan emisi CO dan HC pada gas buang.
3. Optimasi emisi beracun dan parameter yang bermanfaat dari mesin dengan campuran bahan bakar yang berbeda, bahan bakar LPG jauh lebih sulit daripada bahan bakar bensin.

Saraf, Thipse, & Saxena (2009), melakukan penelitian tentang perbandingan emisi pada mesin berbahan bakar bensin dan LPG. Penelitian ini menunjukkan bahwa mesin LPG menghasilkan emisi yang lebih rendah dari mesin bensin, dengan rincian sebagai berikut.: CO menurun 30% untuk *urban cycle* dan 10 % untuk *extra urban cycle*, HC menurun 30% untuk *urban cycle* dan 51 % untuk *extra urban cycle*, CO<sub>2</sub> menurun 10% untuk *urban cycle* dan 11 % untuk *extra urban cycle*, dan NO<sub>x</sub> menurun 41 % untuk *urban cycle* dan 77 % untuk *extra urban cycle*. Penelitian serupa juga dilakukan oleh R.R. Saraf (2009) yang menunjukkan penurunan emisi pada mesin berbahan bakar LPG, meskipun dengan prosentase yang sedikit berbeda.

Mockus (2006), melakukan analisis komposisi gas buang motor pembakaran dalam dengan bahan bakar LPG. Tujuan utama dari penelitian ini untuk mempelajari kerugian daya dan efek terhadap lingkungan. Metode

pengukuran daya dan emisi dilakukan langsung pada dinamometer dengan memasang dinamometer pada roda mobil secara langsung. Objek utama penelitian ini adalah mesin dengan *LPG converter* untuk daya maksimum dan mesin dengan *LPG converter* untuk minimasi emisi. Salah satu hasil studi ini adalah untuk mendapatkan penyetelan yang tepat perlu dibuat algoritma dengan beberapa hal perlu diasumsikan. Jika karakteristik mekanikal diinginkan tanpa mengorbankan ekologi, harus dirumuskan dengan ketat.

Mandloi (2010) , melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan LPG pada kendaraan terhadap proses pembakaran. Hasil penelitian ini adalah aplikasi LPG pada mesin bensin mempercepat proses pembakaran, tetapi durasi pembakarannya melambat. Sebagai konsekuensinya, tekanan dan temperatur pembakaran menjadi tinggi. Ini bisa berakibat kerusakan pada elemen mesin. LPG menurunkan efisiensi volumetrik, sehingga untuk mendapatkan daya yang tinggi diperlukan penambahan konsumsi bahan bakar spesifik. LPG menurunkan emisi CO dan NOx. Dalam kesimpulan akhir diperoleh bahwa pemanfaatan LPG memberikan efek negatif terhadap performa mesin, tetapi memberikan efek positif terhadap emisi gas buang.

## BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT

### 3.1. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Identifikasi karakteristik teknis beberapa varian *vaporizer* dan penyesuaiannya.
2. Membuat prototipe/ model *coupling* yang handal, aman, dan mudah dioperasikan.
3. Membuat prototipe/ model *mixer variable* yang bisa melayani berbagai kondisi operasi mesin dan berbagai jenis *vaporizer*.
4. Mengaplikasikan *coupling* dan *mixer variable* pada berbagai jenis/model *vaporizer*, selanjutnya diperoleh data teknis tentang prestasi mesin (*daya* dan *fuel consumption*).

### 3.2. Manfaat

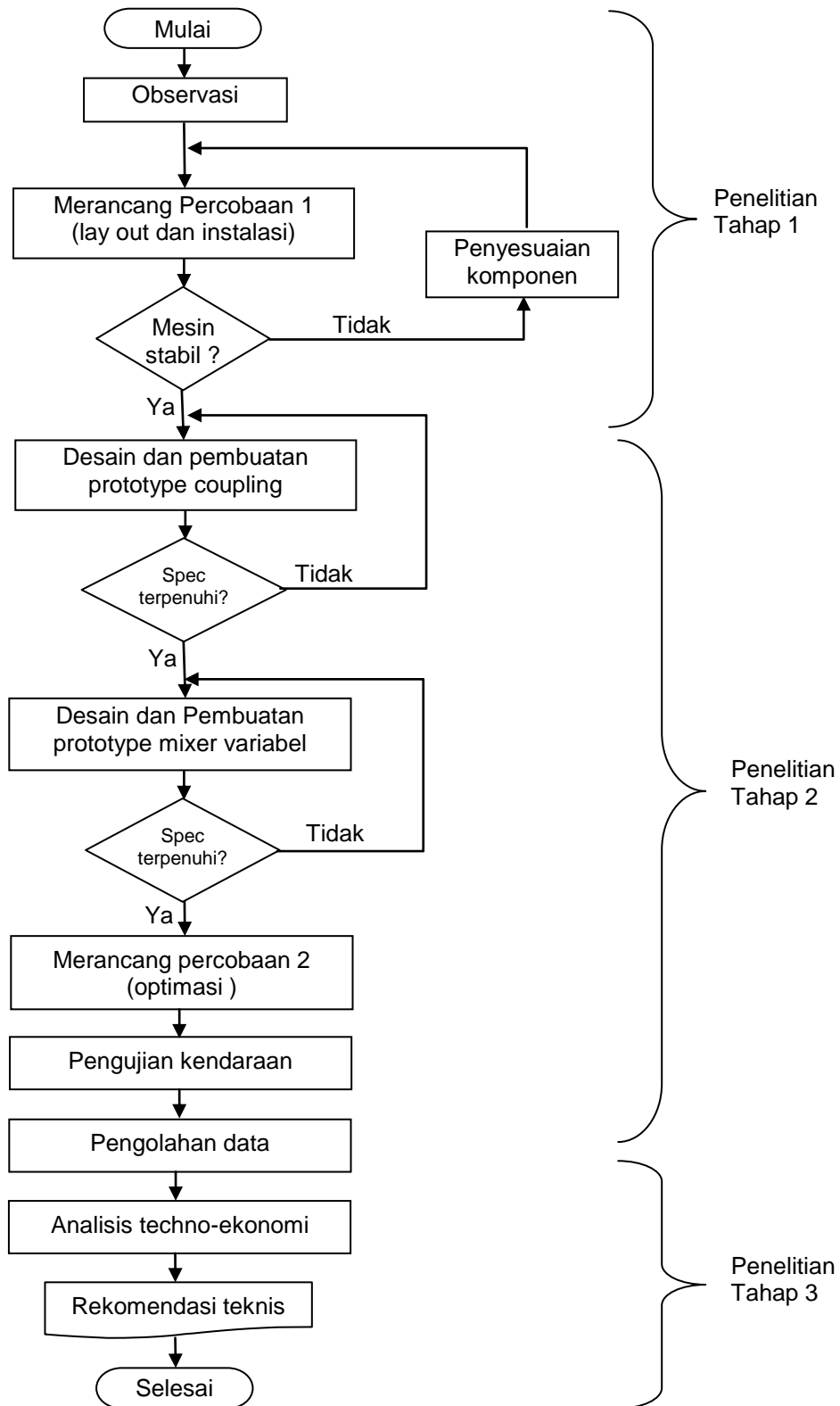
Manfaat yang diperoleh jika tujuan penelitian tercapai adalah :

1. Dihasilkan model *coupling* dan *mixer variable*, serta penggunaan komponen dalam negeri untuk mengganti komponen *converter kits* impor (kecuali *vaporizer*).
2. Diperoleh jenis *vaporizer* yang sesuai dengan kondisi operasional kendaraan.
3. Percepatan penggunaan LPG sebagai bahan bakar kendaraan, sehingga biaya transportasi lebih murah dan lebih ramah lingkungan.

Dengan demikian akan terjadi pendayagunaan hasil penelitian menjadi produk siap pakai.

## BAB 4. METODE PENELITIAN

Diagram alir (*Flow chart*) berikut menyajikan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian.



Gambar 4 *Flowchart* Penelitian

#### 4.1. Observasi

Kegiatan observasi pada penelitian ini meliputi studi lapangan dan studi pustaka. Studi lapangan dilakukan langsung terhadap objek penelitian, sedangkan studi pustaka dilakukan dengan penelusuran hasil hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian ini.

#### 4.2. Rancangan percobaan 1

Percobaan pertama merupakan tahap observasi untuk mengidentifikasi karakteristik *vaporizer* yang akan diuji. *Vaporizer* yang diuji terdiri dari tiga varian (*Tesla A100*, *Hansung C-081*, dan *Stefanelli 150HP*) yang dipasang pada mesin Toyota 5A-FE. Alat dan bahan yang digunakan disajikan dalam tabel 4, sementara desain tata letak (*lay out*) pemasangan *vaporizer* disajikan dalam gambar 5 berikut.

##### 4.2.1. Alat dan bahan

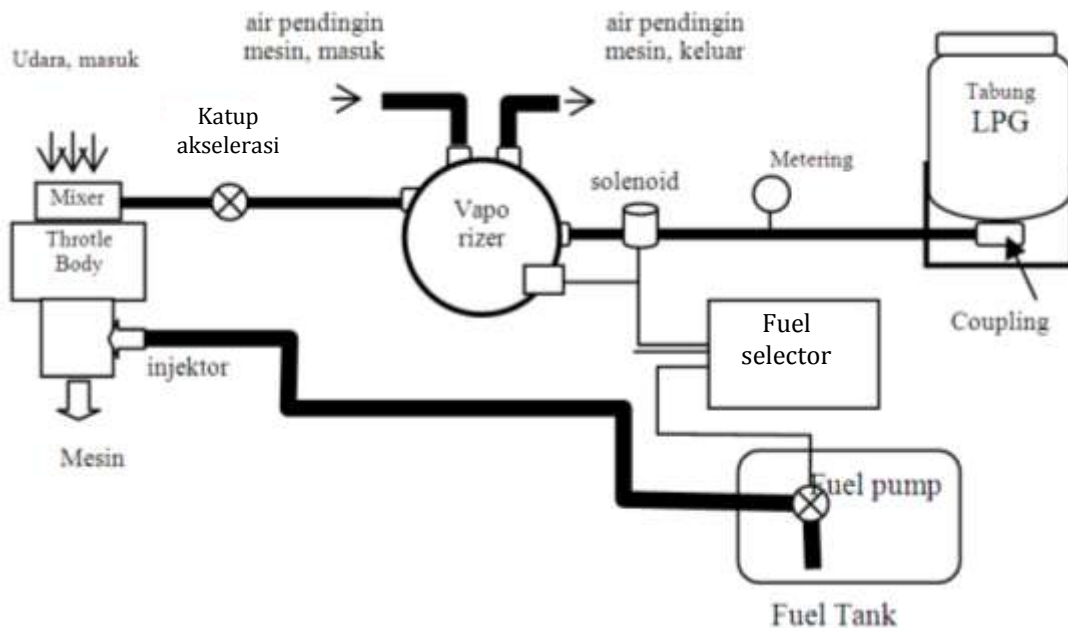
Alat dan bahan yang digunakan tersaji dalam tabel 4 berikut :

Tabel 4 Alat dan bahan penelitian tahap 1

No	Alat dan bahan	Jumlah	Spesifikasi /merk
1	Kendaraan uji	2 unit	Toyota 5A-FE (daya STD 95 hp)
2	<i>Vaporizer</i>	3 unit	2 Stage
3	<i>Hand tools</i>	1 set	
4	<i>Engine scanner</i>	1 set	Car Doctor
5	<i>LPG refill</i>	4 unit	Kemasan 12 kg
6	<i>Gas Analyzer</i>	1 Unit	QRO tech
7	<i>Leak detector</i>		



#### 4.2.2. Lay out Instalasi



Gambar 5 Lay out instalasi komponen *converter kits*

#### 4.3. Desain dan pembuatan prototipe

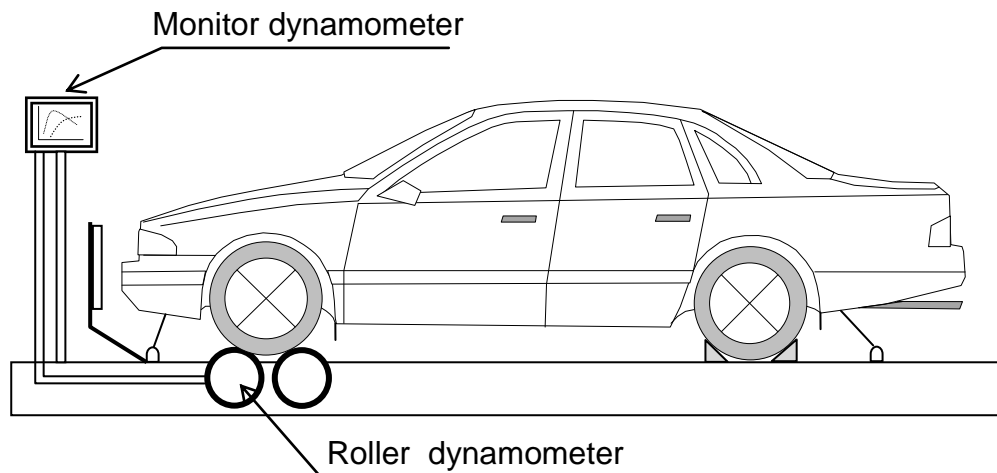
Proses desain dikerjakan dengan perangkat Auto-CAD, sedangkan proses pembuatan prototipe dikerjakan secara *machining* dengan beberapa mesin untuk proses produksi, diantaranya mesin bubut, mesin *milling*, mesin *drilling*, dan peralatan tangan yang terkait. *Mixer variable* dibuat dalam tiga ukuran yaitu diameter 30 mm ( $7,5 \text{ mm}^2/\text{hp}$ ), 35 mm ( $10 \text{ mm}^2/\text{hp}$ ), dan 40 mm ( $13 \text{ mm}^2/\text{hp}$ ). Pemilihan ukuran ini didasarkan pada rekomendasi hugo van Osch dalam artikel yang dimuat dalam <http://www.chaosboyz.nl>.

#### 4.4. Rancangan percobaan tahap 2

Pada rancangan percobaan 2 ini, akan dikombinasikan tiga jenis *vaporizer* dan tiga ukuran *mixer*. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menghasilkan data karakteristik torsi dan daya mesin kaitannya dengan variasi jenis *vaporizer* dan variasi ukuran venturi *mixer*. Pengujian torsi dan daya dilakukan pada unit *chassis dynamometer HOFMANN Dynatest pro 260 kW*. Model percobaan yang digunakan adalah sistem *full factorial*. Berikut disajikan tabel rancangan percobaannya.

Tabel 5 Rancangan Percobaan penelitian tahap 2

Nomor pengujian	Jenis <i>vaporizer</i>	Ukuran venturi <i>mixer</i> (mm)	Parameter ukur	
			Torsi (N.m)	Daya (kW)
1	Tesla A-100	30		
2	Tesla A-100	35		
3	Tesla A-100	40		
4	Hansung C-081	30		
5	Hansung C-081	35		
6	Hansung C-081	40		
7	Stafanelli 150HP	30		
8	Stafanelli 150HP	35		
9	Stafanelli 150HP	40		
10	Mode operasi bensin			

Gambar 6 Skema pengujian pada *chassis dynamometer*

#### 4.5. Uji konsumsi bahan bakar

Pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan dengan metode uji jalan (*road test*). Konsumsi bahan bakar diukur dengan membandingkan jarak tempuh (km) kendaraan per satuan massa bahan bakar (kg) atau per satuan volume bahan bakar (bensin: liter) dan (LPG : lsp).

## BAB 5. RENCANA CAPAIAN, HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Rencana Capaian

Tabel 6 Rencana capaian penelitian

	Target capaian	Keterangan
Tahap 1	Diperoleh karakteristik teknis dari varian <i>vaporizer</i> terkait spesifikasi teknis dari ukuran <i>water house</i> , saluran inlet dan outlet, bentuk nepel, dll.	Ketiga jenis <i>vaporizer</i> memiliki dimensi yang berbeda, dilakukan penyesuaian dan modifikasi saluran inlet dan nepel agar dapat disambung dengan pipa yang sama
	Instalasi tiga jenis <i>vaporizer</i> yang akan diuji pada kendaraan, termasuk modifikasi <i>water heater</i> dan mengintegrasikan komponen kelistrikan ke sistem control ECU mobil	Proses instalasi berhasil dilakukan, sistem kelistrikan pada <i>vaporizer</i> berhasil diintegrasikan ke sistem control ECU mobil. Pada saat mobil beroperasi dengan LPG, injector bensin diputus secara otomatis
	Uji performa kualitatif	Ketiga jenis <i>vaporizer</i> dapat beroperasi dengan baik pada putaran stasioner, putaran menengah, dan putaran tinggi
Tahap 2	Dihasilkan desain <i>coupling</i> dan <i>mixer variable</i>	<i>Coupling</i> dan <i>mixer variable</i> didesain dengan Auto-CAD, beberapa pertimbangan teknis diakomodasi dalam proses desain
	Pembuatan prototipe <i>coupling</i> dan <i>mixer variable</i>	Prototipe <i>coupling</i> dan <i>mixer</i> berhasil dibuat melalui proses <i>machining</i> .
	Uji torsi dan daya	Uji torsi dan daya dilakukan pada unit <i>chassis dynamometer</i> .
Tahap 3	Uji konsumsi bahan bakar	Dilaksanakan uji riil menempuh jarak 50 km pada mode bahan bakar bensin dan LPG
	Analisis ekonomi	Perhitungan aspek ekonomi

## 5.2. Hasil dan Pembahasan

### 5.2.1. Hasil instalasi komponen mekanis

Sesuai dengan skema lay out instalasi pada gambar 5, diperoleh hasil pengujian sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil instalasi *vaporizer*

No	Jenis <i>vaporizer</i>	Penyesuaian yang dilakukan	Performa (kualitatif)		
			700 rpm	1500-2500 rpm	> 3000 rpm
1	Tesla A-100	Nepel inlet, <i>water house</i> , setting pegas lever, bukaan katup akselerasi, dan saat pengapian	Stabil	Baik dan sangat responsif	Baik dan mampu bertahan
2	Hansung C081	Nepel inlet, <i>water house</i> , <i>solenoid</i> , setting pegas lever, bukaan katup akselerasi, dan saat pengapian	Kurang Stabil	Baik	Baik dan mampu bertahan
3	Stefanelli 150HP	Setting pegas lever, bukaan katup akselerasi, dan saat pengapian.	Stabil	Baik dan sangat responsif	Baik dan mampu bertahan

Pada saat dilakukan uji kualitatif, digunakan *fixed mixer* dengan diameter 30 mm. dari ketiga jenis *vaporizer* yang diuji, memiliki output tekanan yang sama (1,2 sampai 1,5 bar), tetapi memiliki spesifikasi pegas *lever* yang berbeda. Dengan *fixed mixer*, walaupun kevakuman *intake manifold* pada setiap putaran mesin relatif sama, namun *flow rate* LPG pada ketiga jenis *vaporizer* berbeda karena perbedaan dimensi lever, luasan membran diafragma, dan ukuran lubang-lubang dalam *vaporizer*. Walaupun

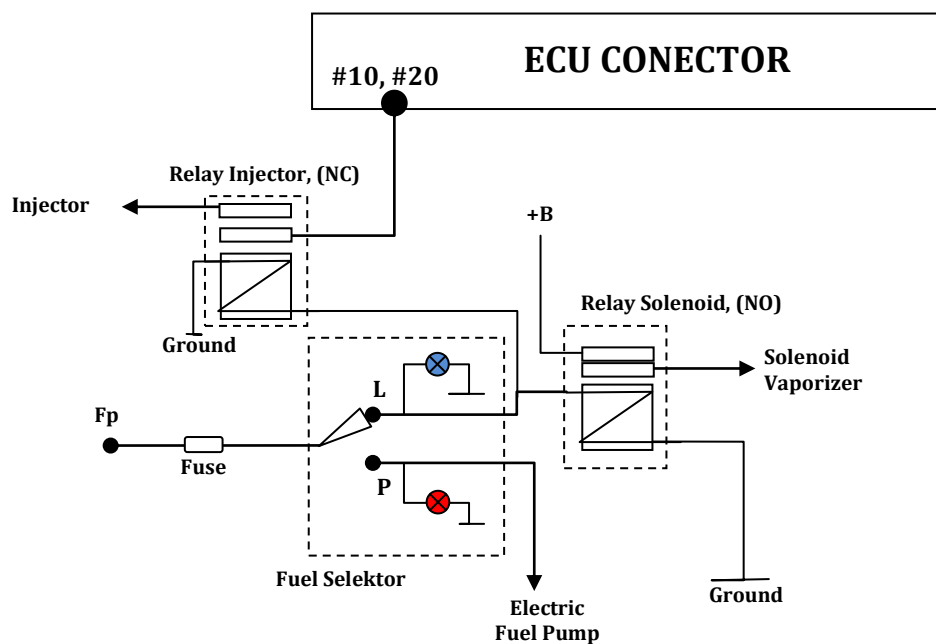
secara teknis ukuran venturi mixer untuk mesin LPG harus lebih kecil daripada venturi *throttle body* untuk mesin, namun demikian perbedaan tingkat kevakuman mesin dan perbedaan dimensi lubang lubang dan komponen *vaporizer* inilah yang menuntut suatu *mixer* yang dapat diubah-ubah diameter venturinya. Kondisi kualitatif pada tabel 7 di atas akan berbeda jika diameter venturi *mixer* diubah ukurannya.

Pada pengujian ini, masih menggunakan *common coupling* untuk menyambung *nepel* tabung ke selang IPG. *Common coupling* memiliki beberapa kelemahan diantaranya :

1. Toleransi geometrinya terlalu besar, sehingga rawan bocor.
2. Model pengunci yang dipakai adalah model kait pasak dan hanya menekan pada salah satu sisi bidang. Ini berakibat *coupling* sedikit miring dan posisi karet sealnya tidak tertekan merata yang menyebabkan kebocoran LPG.

### 5.2.2. Rangkaian komunikasi dengan ECU mobil

Proses selain instalasi *vaporizer* adalah mengkomunikasikan *solenoid vaporizer* dan *fuel selector* dengan ECU mobil. Komunikasi elektrik ini untuk proses pengendalian agar tidak saling mengganggu antara sistem LPG dan sistem bensin.

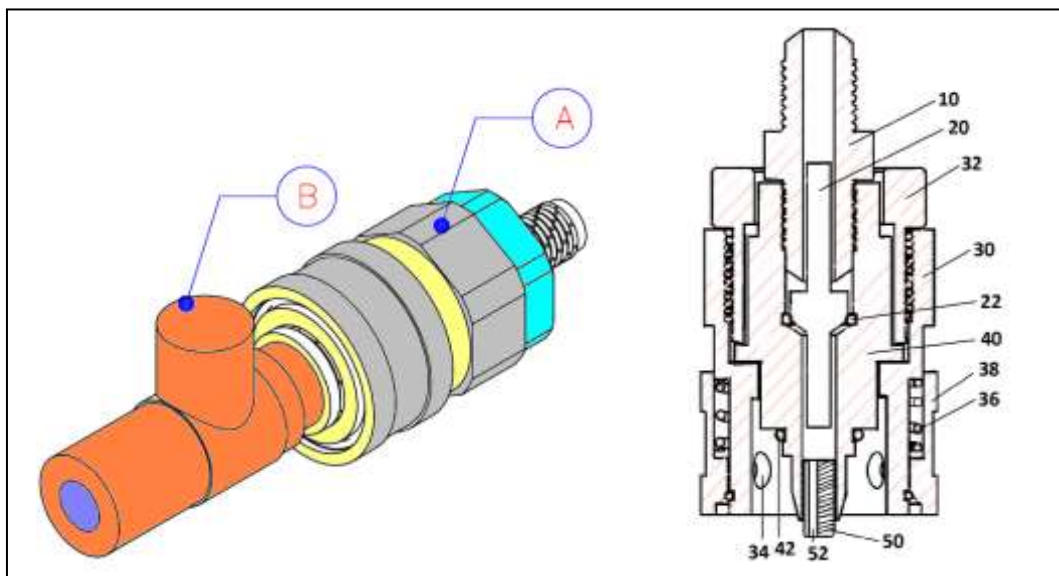


Gambar 7. Komunikasi elektrikal ke ECU

### 5.2.3. Desain prototipe *coupling*

*Coupling* LPG yang dikembangkan pada penelitian ini terdiri dari lima bagian utama yaitu rumah *coupling* (30), *plunger* penekan (40), *sturt* penekan (50), katup anti balik (20) dan nepel outlet (10). Rumah *coupling* mencakup komponen baut penahan (32), lubang bola baja (34), pegas pengunci (36), dan selongsong penekan (38). Katup anti balik dilengkapi dengan O ring (22) untuk menjamin kerapatan. Pada bagian *plunger* penekan juga dilengkapi dengan cincin seal O ring (42) untuk mencegah kebocoran LPG. Pada *sturt* penekan terdapat 3 alur memanjang (52) yang berfungsi untuk mengalirkan LPG dari nepel tabung ke bagian katup anti balik

Gambar 8 berikut merupakan tampilan desain prototipe *coupling*. Bagian A adalah *coupling* yang dibuat, sedangkan bagian B adalah nepel gas yang terpasang pada tabung LPG. Teknik pemasangan *coupling* pada nepel seperti halnya proses penyambungan *quick coupling* pada sistem udara tekan dari kompresor.



Gambar 8 Desain prototipe *coupling*

Model *coupling* yang dikembangkan ini memiliki daya cengkeram ke nepel gas yang lebih merata pada semua sisi. Proses penguncian *coupling* dengan nepel menggunakan 6 (enam) bola baja yang ditahan dengan pegas yang berfungsi sebagai *shifting key*. Keunggulan dan keorsinilan dari model

*coupling* hasil penelitian ini adalah pada ujung penekan nepel yang bisa disetel tingkat ketinggiannya dengan cara memutar ulir penyetel. Model ini dapat mengakomodasi toleransi dimensi nepel.

Keunggulan lain adalah pada *coupling* ini memiliki diameter *plunger* penekan yang dibuat tirus dan dilengkapi dengan cincin seal berbentuk O ring yang menekan secara aksial pada nepel tabung. Ini membuat kerapatan penyambungan LPG dari tabung ke sistem pipa menjadi terjamin (anti bocor). *Coupling* yang dikembangkan juga dilengkapi dengan katup anti balik (*one way valve*) yang berbentuk seperti dioda. Komponen ini berfungsi untuk menahan LPG yang mengalir ke pipa agar tidak kembali ke tabung. Jika tekanan pada sisi tabung lebih besar dari sisi pipa, LPG mengalir ke *vaporizer*. Sebaliknya jika tekanan di pipa lebih besar dari sisi luar *coupling*, aliran LPG akan tertutup secara otomatis. Katup ini juga berfungsi untuk mencegah *fire back* sehingga dapat menghindari kebakaran.

Ringkasan teknis yang merupakan keunggulan komponen *coupling* ini antara lain ini antara lain :

1. Proses penyambungan dan pelepasan ke nepel tabung dapat dilakukan dengan sangat cepat.
2. Posisi sambungan sangat kuat karena ditahan merata secara melingkar oleh enam buah bola baja yang terkunci. Pada tipe *common coupling* hanya dikunci dengan satu atau maksimal dua penahan.
3. Katup anti balik berbentuk conical, sehingga lebih rapat menekan O ring.
4. Pada bagian *plunger* penekan dilengkapi dengan O ring yang menjamin tidak terjadi kebocoran LPG meskipun karet perapat yang terdapat pada nepel gas rusak.
5. Sturt penekan dapat diatur panjang pendeknya dengan cara diulirkan.

Gambar 9 dan 10 berikut menyajikan komparasi antara *common coupling* (teknologi yang sudah ada) dan *coupling* yang dikembangkan dengan posisi sama sama terpasang pada tabung LPG 12 kg. Dari hasil

pengamatan secara kualitatif di lapangan, *coupling* hasil desain lebih mudah untuk dipasang daripada tipe *common*. Pada posisi terpasang, *coupling* hasil desain terpasang lurus dengan nepel gas pada tabung, sementara *common coupling* posisinya sedikit bengkok karena terungkit oleh pengunci pada salah satu sisi.



Gambar 9 *Common coupling*



Gambar 10 *Coupling yang dikembangkan*

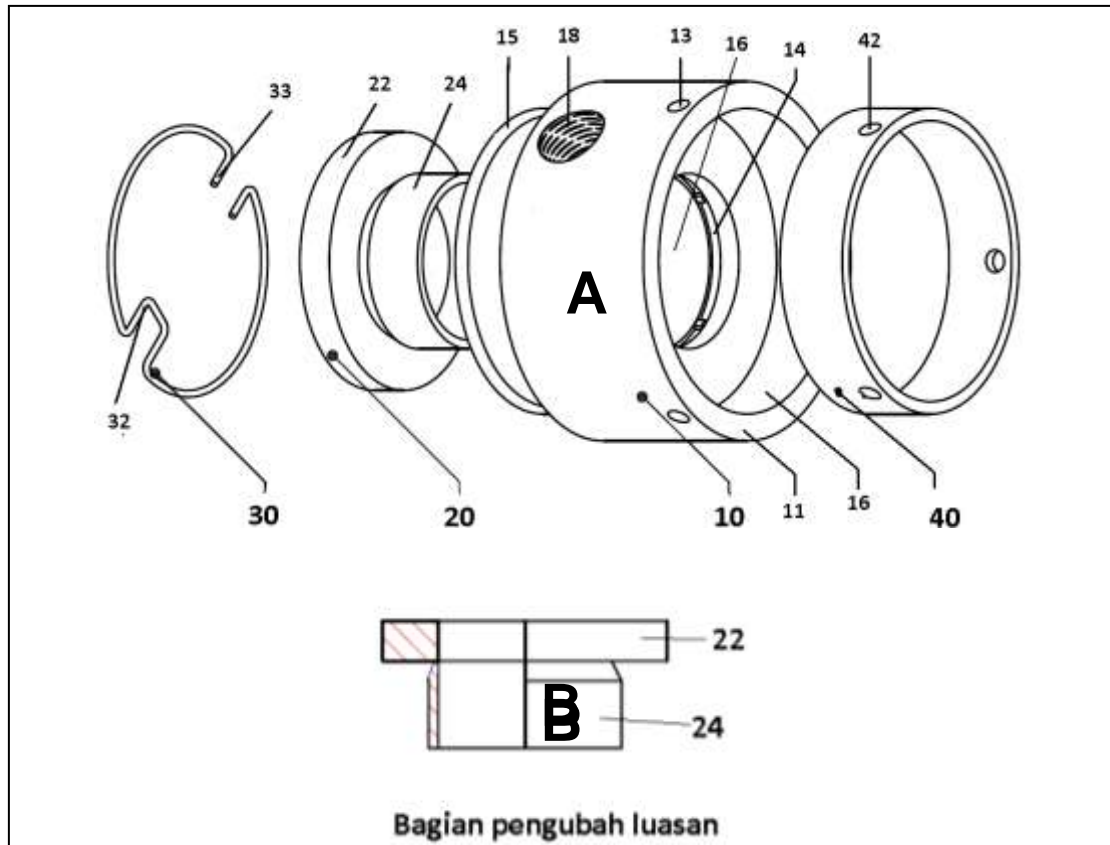
#### 5.2.4. Desain prototipe *mixer variable*

*Mixer* yang dikembangkan melalui penelitian ini adalah jenis cincin. Diameter *mixer* dapat diubah ubah dengan mengganti ukuran cincin sesuai dengan kebutuhan mesin. Secara teoritis, luasan *mixer* LPG yang dibutuhkan adalah 7,5 sampai 10 mm<sup>2</sup>/ HP daya mesin. Namun demikian kondisi mesin sangat beragam antara satu dengan yang lainnya. Ini akan mempengaruhi tingkat kevakuman mesin yang berarti mempengaruhi suplai LPG.

Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan *vaporizer* jenis Hansung C 081 dan Tesla A 100 sangat cocok dan menghasilkan daya optimal dengan diameter *mixer* 30 mm, namun menghasilkan daya yang rendah dengan diameter *mixer* 40 mm. Fenomena yang berlawanan terjadi pada penggunaan *vaporizer* jenis Stefanelli 150HP. Pada model ini, penggunaan diameter *mixer* 40 mm menghasilkan daya dan torsi yang besar. Pada prinsipnya, setiap jenis *vaporizer* memiliki dimensi yang berbeda dan setiap jenis mesin memiliki tingkat kevakuman yang



berbeda. Inilah yang menuntut suatu model *mixer* yang dapat diatur diameter venturinya sehingga sangat fleksibel untuk digunakan pada berbagai volume mesin dan mode operasi *converter kits*.



Gambar 11 Desain prototipe *mixer variable*

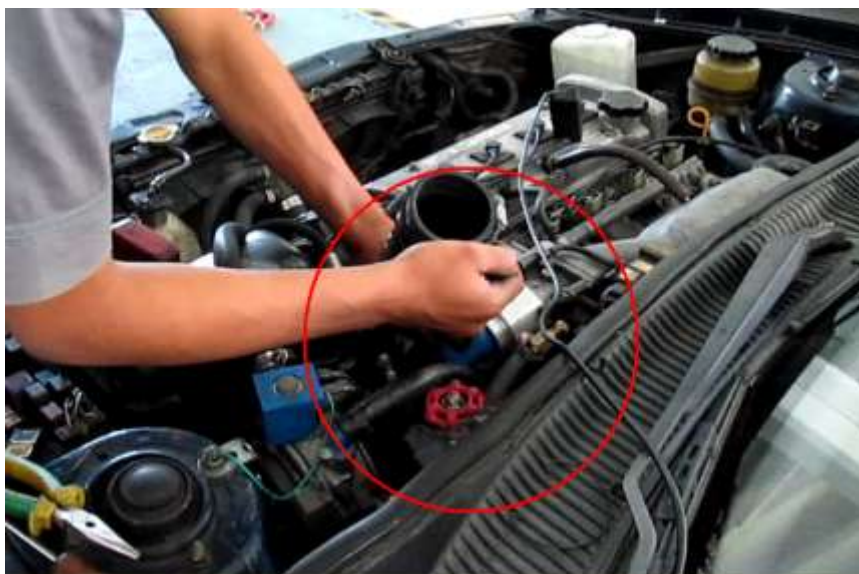
Gambar 11 diatas merupakan tampilan desain prototipe *mixer variable*. Bagian A adalah bodi *mixer*, sedangkan bagian B adalah bagian pengubah luasan venturi. Satu unit mixer terdiri dari beberapa bagian pengubah luasan venturi yang dapat diganti hanya dengan melepas pengunci (30) tanpa harus melepas *mixer* dari mesin. Bagian B inilah yang kemudian disebut sebagai venturi variabel, artinya ukurannya dapat diubah ubah sesuai kebutuhan mesin tanpa harus mengganti bodi *mixer*.

Suatu *mixer variable* yang dibuat terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Rumah *mixer* / *mixer housing* (10) berbentuk silindris yang memiliki :
  - a. Lubang inlet gas (18) yang menembus dinding rumah *mixer* dan terhubung dengan lubang outlet gas (14)

- b. Lubang baut pengikat (13) yang menembus dinding rumah *mixer* untuk mengikat *mixer* dengan *throttle body* pada mesin.
  - c. Bagian venturi (16), pada bagian venturi ini merupakan tempat untuk memasang bagian B dari gambar 10 diatas.
2. Suatu bagian pengubah luasan (20) yang terpasang ke bagian dalam mulut penyambung (15), dimana bagian pengubah luasan tersebut mencakup bagian cincin penahan (22) dan bagian inti pengubah luas (24).
3. Suatu bagian pengunci yang terpasang pada bagian mulut penyambung (15) yang mencakup lekukan tengah (32) dan lekukan ujung (33).
4. Suatu bagian penyesuai ukuran (40) yang terpasang pada bagian dinding dalam (14) pada rumah *mixer* (10), dimana pada bagian penyesuai ukuran (40) ini memiliki lubang pengikat (42) yang berhimpit dengan lubang alat pengikat (13) pada bagian rumah *mixer* (10).

Dengan model variabel, ukuran venturi *mixer* dapat disesuaikan dengan mengganti ukuran bagian pengubah luasan (komponen B). Proses penggantian dapat dilakukan dengan sangat mudah. Gambar 12 berikut menyajikan contoh proses penggantian ukuran venturi *mixer*.



Gambar 12 Proses penggantian venturi *mixer*

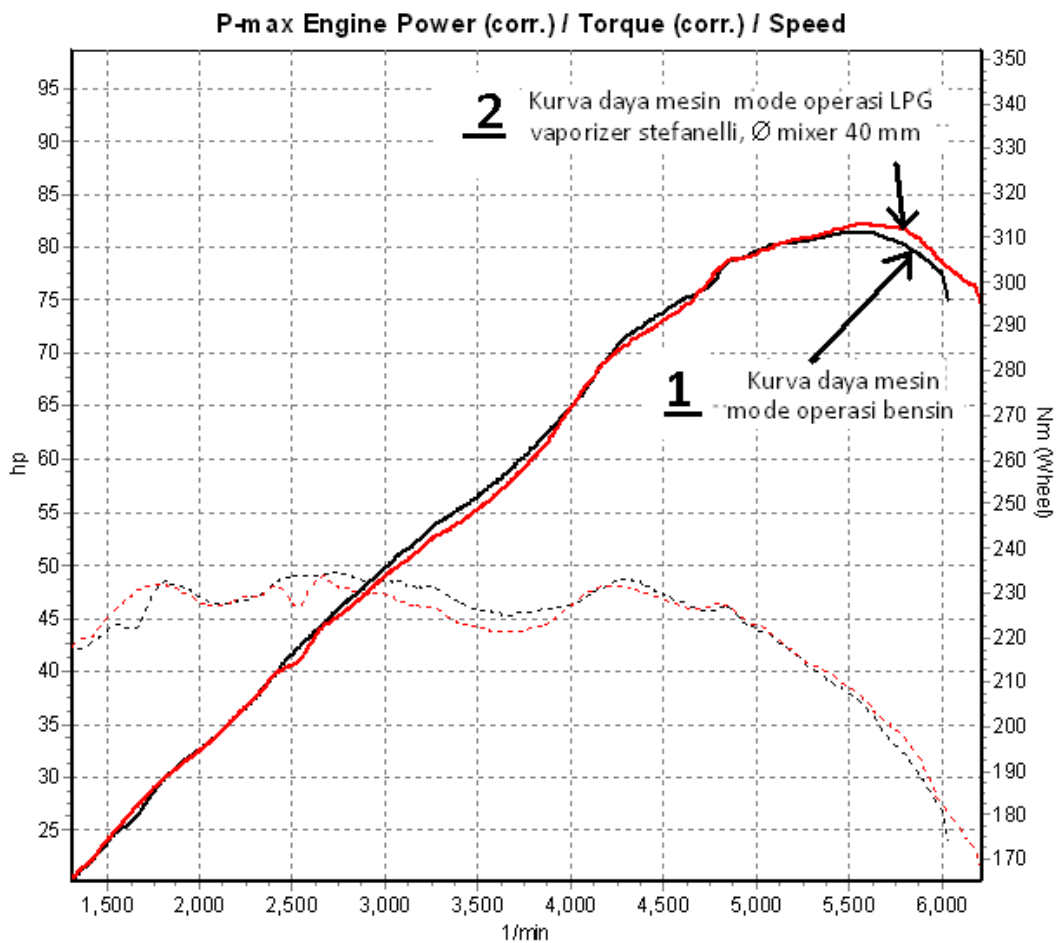
### 5.2.5. Hasil pengujian pada *dynamometer*

Tabel 8 Hasil uji pada *dynamometer*

No uji	Jenis vaporizer	Ukuran venturi <i>mixer</i> (mm)	Parameter ukur			
			Torsi (N.m)	Rpm	Daya (hp)	Rpm
1	Tesla A-100	30	212	4172	76.3	5584
2	Tesla A-100	35	222	4305	80.3	5550
3	Tesla A-100	40	228	1767	77.0	5686
4	Hansung C-081	30	226	4244	78,5	5523
5	Hansung C-081	35	235	1838	77.3	5746
6	Hansung C-081	40	211	1505	51.8	4762
7	Stafanelli	30	195	4159	64.3	5128
8	Stafanelli	35	225	4208	79.4	5451
9	Stafanelli	40	234	2673	82.2	5578
10	Mode operasi bensin		235	2745	81.6	5550

Dari tabel 8 diatas dapat dilihat bahwa dengan memvariasikan jenis *vaporizer* dan berbagai ukuran *mixer* akan mempengaruhi output torsi dan daya mesin. Dari hasil uji pada *dynamometer*, penggunaan *vaporizer* merk Stefanelli 150HP dengan penggunaan *mixer* berdiameter 40 mm mampu menghasilkan daya mesin yang paling baik (82.2 HP) sementara dengan mode operasi bensin menghasilkan output daya 81.6 HP. Hasil pengujian ini juga menunjukkan bahwa ternyata dengan konfigurasi yang tepat, mesin LPG menghasilkan daya yang lebih besar daripada mesin bensin. Ini sekaligus memupuskan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa mesin LPG menghasilkan daya yang lebih rendah dari mesin bensin.

Perbandingan kurva torsi dan daya mesin pada mode operasi bensin dan mode operasi LPG dengan kombinasi *vaporizer* Stefanelli 150HP dan ukuran diameter *mixer* 40 mm disajikan dalam gambar 13 berikut. Sementara, kurva daya pada setiap pengujian serta pengaruh penggunaan diameter *mixer* pada setiap jenis *vaporizer* disajikan dalam lampiran.



Gambar 13 Perbandingan torsi dan daya pada mode operasi bensin dan LPG

Data uji :

<b>1</b>	bensin / / / / 2013-06-04 11:40:36	
	Engine Power (measured)	76.3hp @ 170km/h / 5550 1/min
	Wheel Power (measured)	70.8hp @ 170km/h / 5550 1/min
	Power Losses (measured)	5.5hp @ 170km/h / 5550 1/min
	Engine Power (corrected)	81.6hp @ 170km/h / 5550 1/min
	Torque (corrected)	235Nm @ 2745 1/min (Wheel)
	Pressure / Temp. (Standard)	961mBar / 29°C (ISO 1585)
	Oiltemperature	153.9°C
Remarks		
<b>2</b>	stevanelli 40 / / / / 2013-06-04 11:04:20	
	Engine Power (measured)	77.0hp @ 171km/h / 5578 1/min
	Wheel Power (measured)	71.3hp @ 171km/h / 5578 1/min
	Power Losses (measured)	5.6hp @ 171km/h / 5578 1/min
	Engine Power (corrected)	82.2hp @ 171km/h / 5578 1/min
	Torque (corrected)	234Nm @ 2673 1/min (Wheel)
	Pressure / Temp. (Standard)	962mBar / 28°C (ISO 1585)
	Oiltemperature	153.9°C
Remarks		

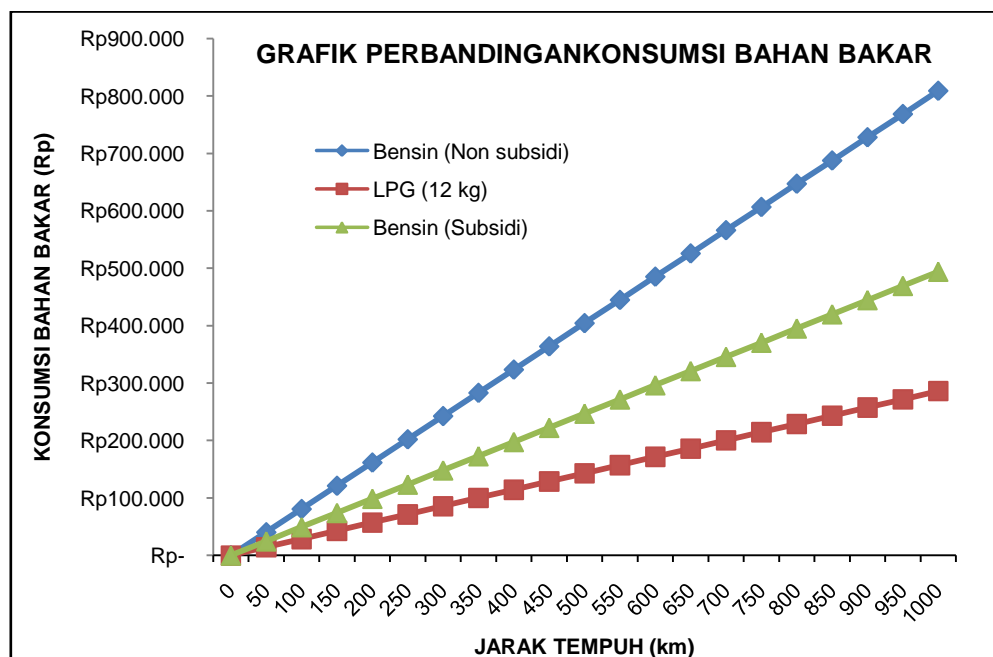
### 5.2.6. Uji Konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar dihitung dengan membandingkan jarak tempuh per volume bahan bakar yang dihabiskan. Pada pengujian ini, digunakan vaporizer Tesla A-100 dengan diameter venturi 35 mm, dengan alasan bahwa pengujian dilakukan pada jalan datar dengan putaran mesin dibatasi maksimal 3000 rpm, dalam kecepatan antara 60 -80 km/jam. *Energy content* bensin sebesar 34,8 MJ/l, sedangkan untuk LPG sebesar 26 MJ/l. Ini berarti satu liter bensin setara dengan 1,35 lsp untuk LPG.

Tabel 9. Perbandingan konsumsi bahan bakar

No	Parameter	Jenis bahan bakar	
		Bensin	LPG
1	Jarak yang ditempuh	50 km	50 km
2	Konsumsi bahan bakar	3,8 liter	2,2 kg
3	Konsumsi bahan bakar	13,2 km/liter	22,7 km/kg
			16,8 km/lsp
4	Harga bahan bakar	Rp.10.650/liter Rp.6.500/liter*	Rp.6500/kg**
5	Konsumsi bahan bakar (Rp./km)	Rp. 810/ km Rp. 494/ km	Rp. 286/ km

\*Subsidi pemerintah, \*\*LPG kemasan tabung 12 kg (asumsi 1 tabung = Rp.78000)  
lsp : Liter stara premium



Gambar 14. Perbandingan konsumsi bahan bakar

## BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Prototipe *coupling* dan *mixer variable* berhasil dikembangkan dan diaplikasikan pada mobil berbahan bakar LPG.
2. Setiap jenis vaporizer membutuhkan luasan venturi yang berbeda untuk menghasilkan output daya yang optimal.
3. Vaporizer jenis Hansung C 081 menghasilkan output daya yang optimal pada mixer berdiameter venturi 30 mm, sementara vaporizer Tesla A 100 menghasilkan daya optimal pada mixer dengan diameter venturi 35 mm.
4. Kombinasi *vaporizer* jenis Stefanelli 150HP dan *mixer* dengan diameter venturi 40 mm menghasilkan output daya yang paling optimal sebesar 82.2 HP, sementara dengan mode operasi bensin menghasilkan output daya 81.6 HP.
5. Konsumsi bahan bakar LPG sebesar Rp. 286/km, sementara dengan mode operasi bensin sebesar Rp. 810/km (non-subsidi) dan Rp. 494/km (subsidi).

### 6.2. Saran

Saran yang ingin disampaikan untuk pengembangan kendaraan LPG antara lain:

1. Perlu desain *mixer* lanjutan yang bekerja secara dinamis, ukuran venturi dapat berubah ubah menyesuaikan kondisi operasi mesin secara otomatis.
2. Perlu sirkuit elektronik untuk memutus aliran LPG saat deselerasi dan mengatur saat pengapian saat berpindah mode operasi dari LPG-bensin dan sebaliknya

## DAFTAR PUSTAKA

- Bosch. (2010). *LPG Spark Plugs*. Road Claiton Vic: Robert Bosch (Australia) Pty Ltd.
- Brevitt, B. (2002). *Alternative Vehicle Fuels*. Science And Environment Section. London: House Of Commons Lybrary.
- Ceviz, M., & Yuksel, F. (2005). Cyclic variations on LPG and gasoline-fuelled. *Renewable Energy* , 1950-1960.
- Dziubinski, M., Walusiak, S., & Pietrzyk, W. (2007). Testing Of An Ignition System In A Car Run On Various Fuels. *TEKA Kom. Mot. Energ. Roln* , 97-104.
- IEA ETSAP. (2010, April). Automotive LPG and Natural Gas Engines. *Technology Brief T03* .
- Kazimierz Lejda, A. J., Lejda, K., & Jaworski, A. (2007). Start of Liquid LPG Sequential Injection Influence on The Selected Useful and Ecological Parameters of SI Engine. *TEKA Kom. Mot. Energ. Roln* , 145-146.
- Mandloi, R. (2010). Long Term Continuous Use Of Auto- LPG Causes Thermal Pitting In Automotive S. I. Engine Parts. *International Journal of Engineering Science and Technology* , 2(10), 5907-5911.
- Mijo Autogas. (t.thn.). Dipetik Agustus 21, 2013, dari <http://www.mijoautogas.co.in/>: <http://www.mijoautogas.co.in/lpg-components.htm>
- Mockus, S. (2006). Analysis Of Exhaust Gas Composition Of Internal Combustion Engines Using Liquefied Petroleum Gas. *Journal Of Environmental Engineering And Landscape ManagemenT* , 16-22.
- Osch, H. V. (2013). *Technique-LPG-Instalatie*. Dipetik April 10, 2013, dari <http://www.chaosboyz.nl/rubriek/techniek/techlpg.htm>
- R.R. Saraf, S. a. (2009). Comparative Emission Analysis of. *International Journal of Civil and Environmental Engineering* , 199-202.
- Rohmat, T. A., & Saptoadi, H. (2003). Pengaruh Waktu Penyalaan Terhadap Kinerja Spark-Ignition Engine Berbahan Bakar LPG. *Media Teknik* , 68-73.
- Saraf, R., Thipse, S., & Saxena, P. (2009). Comparative Emission Analysis of Gasoline/LPG Automotive Bifuel Engine. *International Journal of Civil and Environmental Engineering* , 199-202.
- Tesla Technologies. (t.thn.). Dipetik Agustus 20, 2013, dari [http://www.tesla-tech.com/lpg\\_kit.htm](http://www.tesla-tech.com/lpg_kit.htm): [http://www.tesla-tech.com/lpg\\_kit.htm](http://www.tesla-tech.com/lpg_kit.htm)
- WLPGA. (2012). Autogas Incentive Policies.



## Lampiran 1 Foto kegiatan penelitian

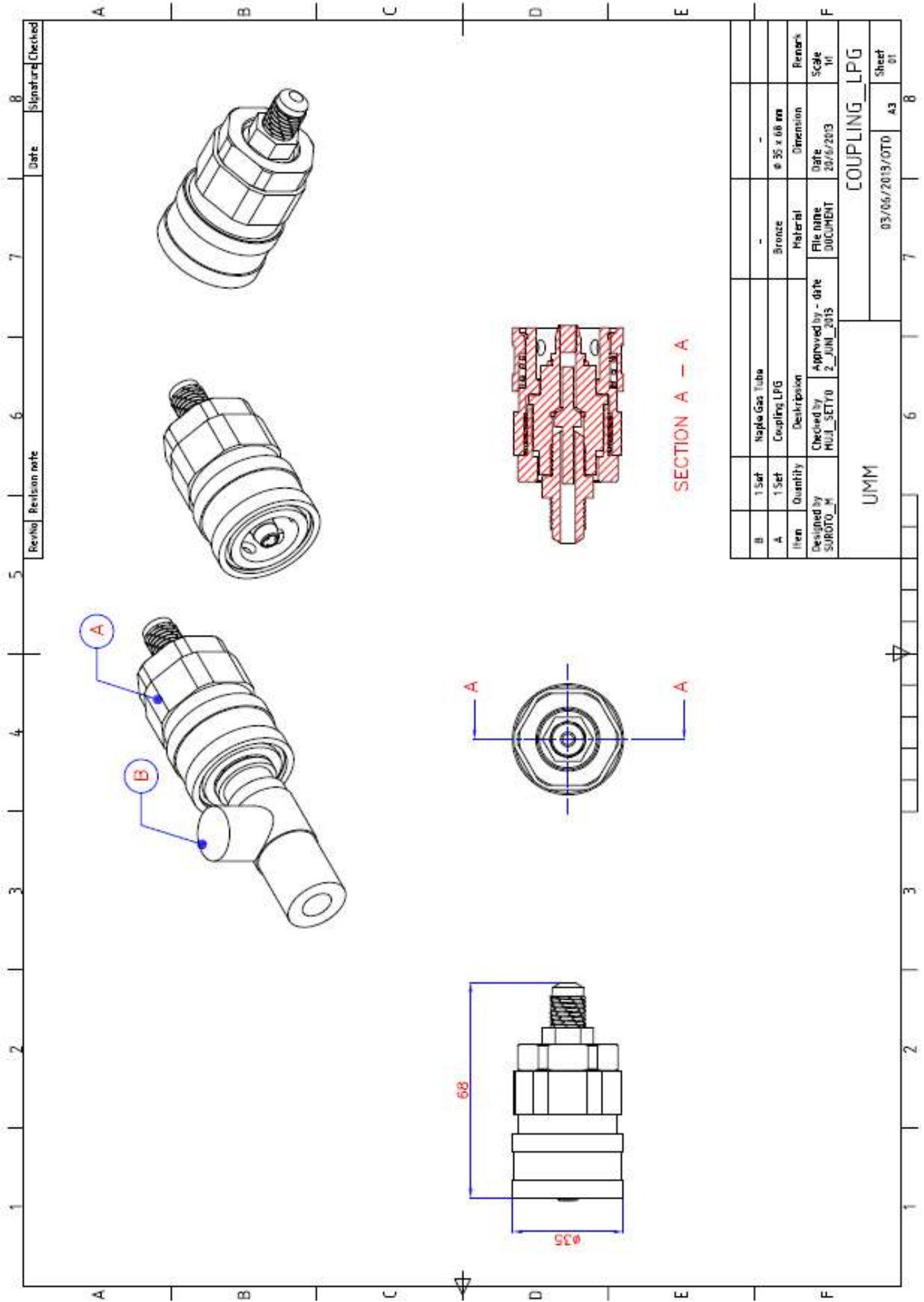
Foto1. Aplikasi *Coupling* pada tabung LPGFoto 2. Aplikasi *mixer variable* pada mesin

Foto 3. Pengujian di Ototronik VEDC

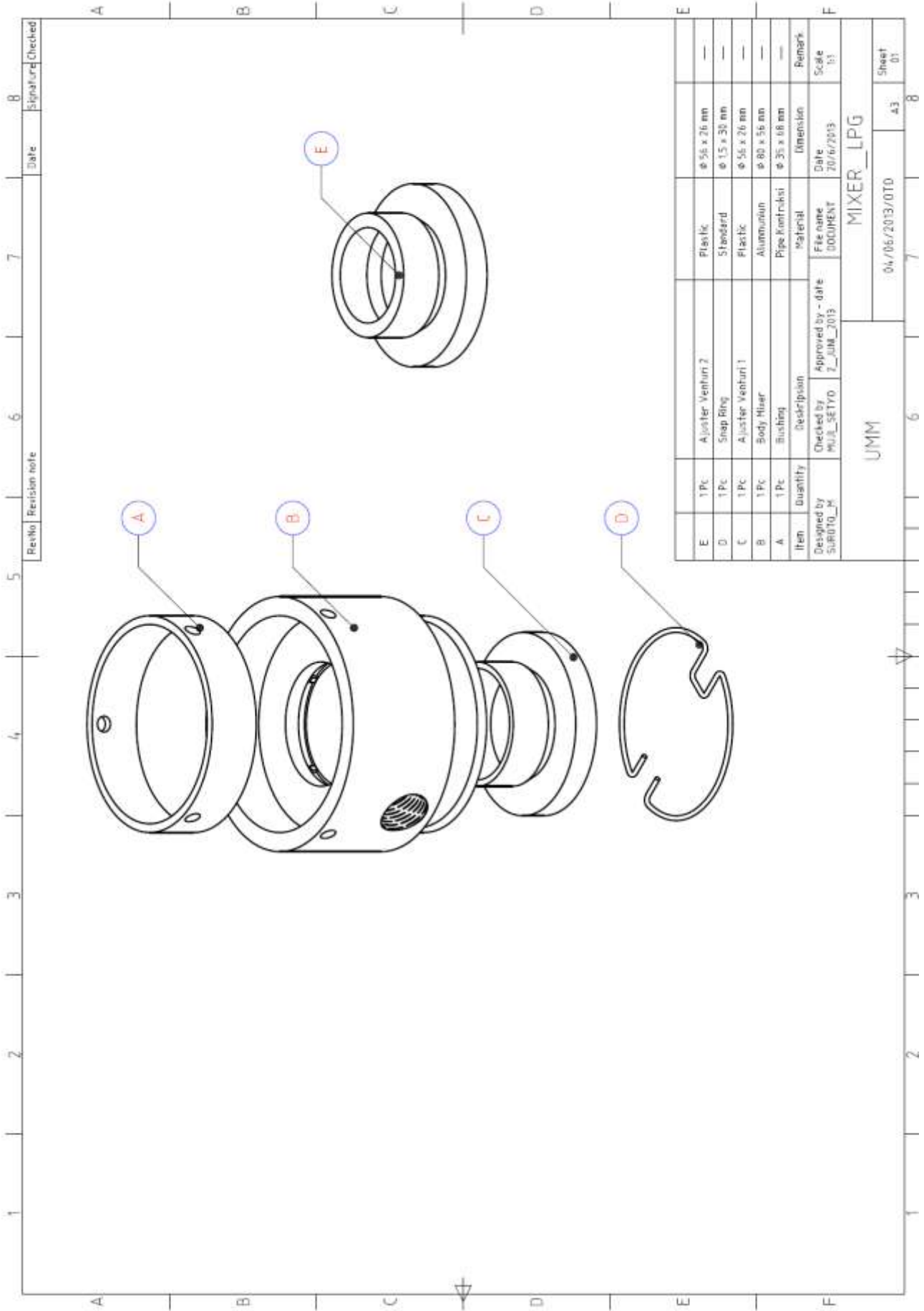
Foto 4. *Setting dynamometer*Foto 5. Uji performa mesin dengan *dynamometer*Foto 6. Hasil uji *dynamometer*



Lampiran 2 Desain coupling



Lampiran 3 desain *mixer variable*



Item	Quantity	Description	Material	Dimension	Remark
E	1Pc	Adjuster Venturi 2	Plastic	φ 55 x 26 mm	—
D	1Pc	Snap Ring	Standard	φ 15 x 30 mm	—
C	1Pc	Adjuster Venturi 1	Plastic	φ 55 x 26 mm	—
B	1Pc	Body Mixer	Aluminium	φ 80 x 56 mm	—
A	1Pc	Bushing	Pipe Kontraksi	φ 35 x 68 mm	—

Designed by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
SURTO_N	MUJASETYO	ZUM_2013	DOCUMENT	20/6/2013	1:1

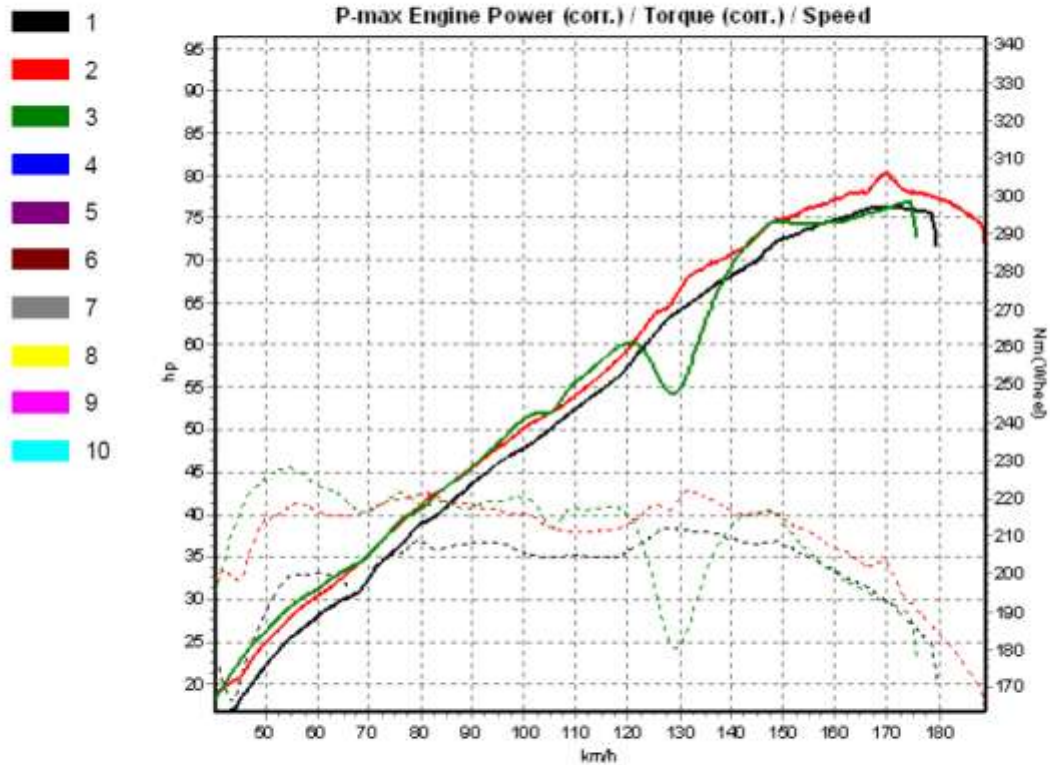
UMM		MIXER_LPG	
		04/06/2013/OTD	43
		7	8
		6	Sheet
			01

## Lampiran 4 Hasil uji daya vaporizer Tesla A100

Hofmann Dynamometer

2013-06-04 12:07:22

Copyright(C) 98-07 HW1 5.29, 28/12/07

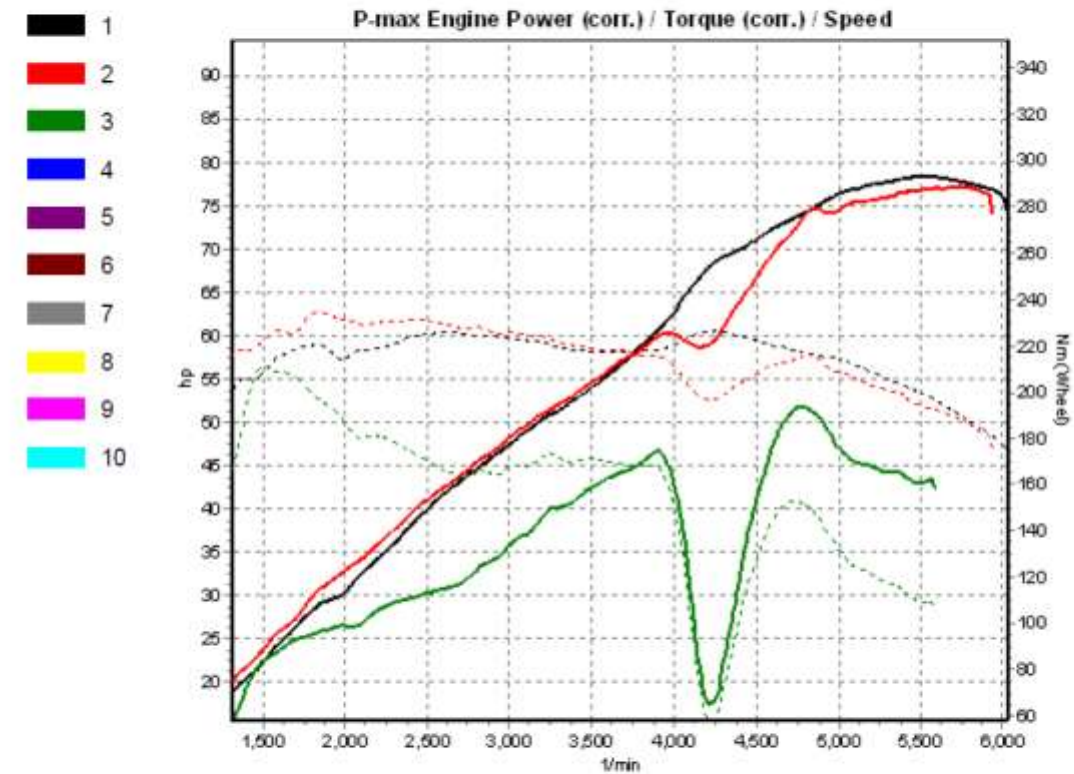


- 1** tesla 30 / / / / 2013-06-04 09:16:04  
76.3hp (ISO 1585) @ 171km/h / 5584 1/min -- 212Nm @ 4172 1/min (Wheel)
- 2** tesla 35 2 / / / / 2013-06-04 09:01:57  
80.3hp (ISO 1585) @ 170km/h / 5550 1/min -- 222Nm @ 4305 1/min (Wheel)
- 3** tesla 40 / / / / 2013-06-04 09:35:04  
77.0hp (ISO 1585) @ 174km/h / 5686 1/min -- 228Nm @ 1767 1/min (Wheel)

Lampiran 5 Hasil uji daya *vaporizer* Hansung C-081Hofmann Dynamometer

2013-06-04 12:08:53

Copyright(C) 98-07 HWT 5.29, 28/12/07



- 1** hansung 30 / / / 2013-06-04 10:19:41  
78.5hp (ISO 1585) @ 169km/h / 5523 1/min -- 226Nm @ 4244 1/min (Wheel)
- 2** hansung 35 2 / / / 2013-06-04 10:26:30  
77.3hp (ISO 1585) @ 176km/h / 5746 1/min -- 235Nm @ 1838 1/min (Wheel)
- 3** hansung 40 / / / 2013-06-04 10:05:10  
51.8hp (ISO 1585) @ 146km/h / 4762 1/min -- 211Nm @ 1505 1/min (Wheel)

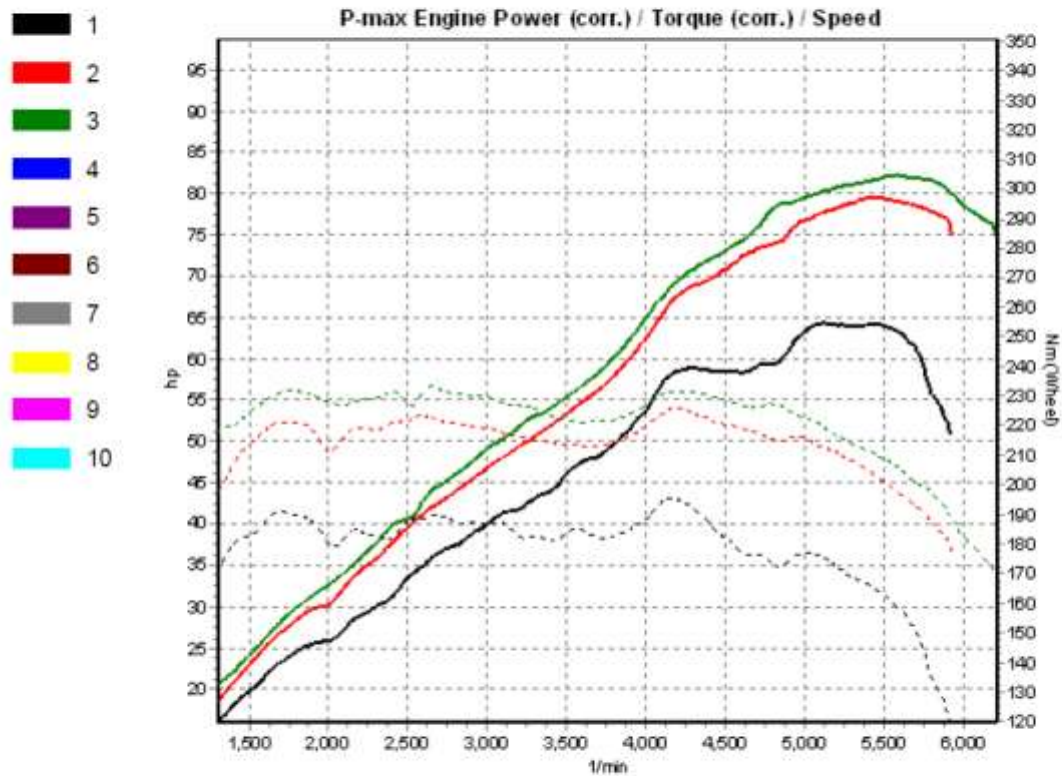


## Lampiran 6 Hasil uji daya vaporizer Stefanelli 150HP

Hofmann Dynamometer

2013-06-04 12:10:12

Copyright(C) 98-07 HW1 5.29, 28/12/07



- 1 stevanelli 30 / / / 2013-06-04 11:15:14  
64.3hp (ISO 1585) @ 158km/h / 5128 1/min -- 195Nm @ 4159 1/min (Wheel)
- 2 stevanelli 35 / / / 2013-06-04 10:58:21  
79.4hp (ISO 1585) @ 168km/h / 5451 1/min -- 225Nm @ 4208 1/min (Wheel)
- 3 stevanelli 40 / / / 2013-06-04 11:04:20  
82.2hp (ISO 1585) @ 171km/h / 5578 1/min -- 234Nm @ 2673 1/min (Wheel)

## Lampiran 7 Log book penelitian



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG  
LEMBAGA PENELITIAN PENGEMBANGAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT


**BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN  
(LOGBOOK)**

Program penelitian	:	Insentif Riset Sinas KRT 2013
Ketua pelaksana	:	Muji setiyo, ST, MT
Fakultas/ prodi	:	Teknik/ Otomotif
Judul Penelitian	:	Desain Coupling dan Mixer Variable Untuk Mempercepat Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Angkutan Umum Serta Pemilihan Vaporizer yang Sesuai
Lokasi penelitian	:	Laboratorium Teknik Otomotif UMM
Besar dana	:	Rp. 220.000.000,-
Sumber dana	:	APBN 2013
Tahun pelaksanaan	:	2013

LEMBAGA PENELITIAN PENGEMBANGAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG**

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

## CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
1.	Jum'at 4 Jan 2013	Observasi jenis dan vertikal kota yang tersebar di pasaran	Penjual converter kota di Indonesia sangat terbatas,
2	Sabtu 5 Jan 2013	Pemeriksaan kendaraan, servis dan pemene- saan tenaga mesin	perlu dilakukan over hall. Akibatnya Kasir sebat.
4.	Jum'at 28 Januari	Persiapan program uji	Overhaul mesin.
5	Sabtu 26 Januari	— " —	— " —
6.	JUM'AT 1 Feb 2013	Pengadaan material penelitian ke Semarang (Survei)	repeal dan selang tersebar di komplek K. Agus Salim Sns
7	Sabtu 2 Feb 2013	Modifikasi water house (atas) yg me- nyusup motor	 sudu untuk memecah aliran air.
8.	Jum'at 8 Feb 2013	Mempelopor sistem aliran pada setiap model vaporizer (Hany, Terla, Voltan)	gambar skema aliran

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang



Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015028901

Ketua Peneliti,

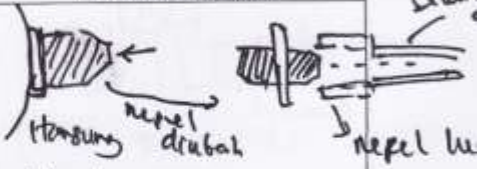




8/2 2013  
Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
9.	Rabu 13 Feb 2013	Penyamaan saluran inlet vaporizer	
10.	KAMIS 14 Feb 2013	Lay out selang LPG pada karip	- Hambatan: Ruang mesin sempit. → posisi carcoal canister di pindah.
11.	Jumat 22 Feb 2013	Pemasangan tabung dan bracket	- Tidak ada hambatan. Tabung dipin sang pl bagian 6kg.
12.	Sabtu 23 Feb 2013	Modifikasi karup Akselerasi	  <p>dipakai katup globe untuk memudahkan kan penyeleksi.</p>
13.	Minggu 24 Feb 2013	Penyesuaian dan pemasangan mixer	Ø mixer disesuaikan dgn Ø throttle body

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang

  
 Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
 NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,

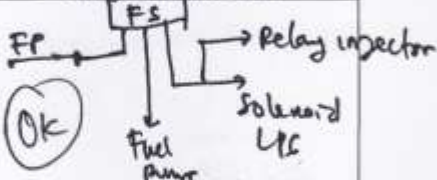
  
 24/2/2013  
 Muji Setiyo, ST, MT  
 Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN



## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

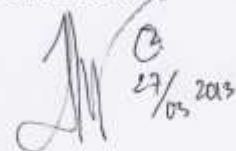
No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
14.	semin 4 Maret 2013	Merancang Fuel Selector & solenoid	 (OK)
15	SELASA 5 MARET 13	Menghidupkan mesin dgn tes A 100	→ OK (tidak ada lonjakan)
16	Jum'at 15 Maret 13	Test Hamsung C-001	stasiun lebih sulit di setel. solenoid kurang kuat.
17	sabtu 16 Maret 13	penambahan solenoid pada saluran inlet	OK
18	Jum'at 22 Maret 2013	Uji ketahanan - stasiun - Putaran menengah - Putaran tinggi	Tesla & Voltan sangat bagus. Hamsung kurang keras.
19	sabtu 23 Maret 2013	Uji Jalan → rata → tanggapan	(OK)

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang



Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,



Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

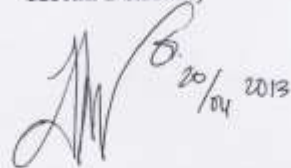
No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
20	Senin 1/04/2013	Scanning mesin	- OK (tidak menganggu ECU mesin).
21	Malam Selasa 1/04/2013	Pengumpulan bahan register & menyusun laporan	
22	malam Rabu 2/04/2013 ↓ 15 April 2013	penulisan laporan.	
23.	16 April S/d 18 April 2013	pemeriksaan internal dari CP3 M-UMM	revisi laporan (tata tulis).

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang



Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015020901

Ketua Peneliti,

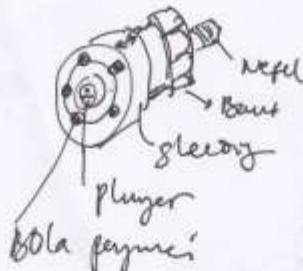


Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
24	Jum'at 3 Mei 2013	Desain coupling di lab PSI-FT-UMM	Alternatif besaran, Part drawing
25	Sabtu 4 Mei 2013	Desain coupling Lab PSI	Part drawing
26	Minggu 5 Mei 2013	Desain pada Auto- CAD & Mec Desktop	Rancangan coupling selanjutnya & desain   Hambatan: Alur pada Nipel gas terpadat ada yang rusak, perlu toleransi yang agak looser



Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang

Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

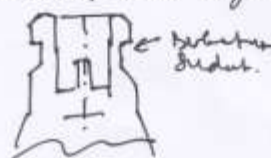
Ketua Peneliti,

Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
27	Jum'at 10-Mei 2013	Observasi ukuran repel gas 3/12 lg	- Data pengukuran semento repel  Hambatan : alur pada repel berbentuk persegi; semento quick couplg berbentuk bola besar.
28	Sabtu 10-Mei 2013	Desain couplng dgn AutoCAD di Ura post UMM	  Desain couplng yang mengakomodasi bentuk repel pada tabung gas
29	Minggu 11 Mei 2013	Observasi ukuran Quick Couplng	Daftar ukuran quick couplng standar



Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang

  
Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,



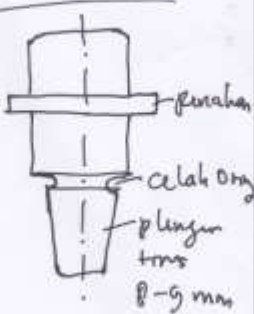
Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN



## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
30.	Senin 12 Mei 2013	Belanja material ke Semarang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quick Coupler c to untuk Air pressure dan hydraulic</li> <li>- Coupler Command</li> <li>- sel. Aluminium batang 25 mm</li> <li>- kumpas batang 15 mm</li> </ul> Hambatan: - <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perencanaan terbatas</li> <li>- Harga mahal.</li> </ul>
31.	SELASA 13 MEI 2013	PROSES MACHING - Modifikasi rumah coupler	- Perencanaan Ujuran
32	Kabari 14 Mei 2013	Pembuatan pluger penekan	



Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang

*Retno*  
Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

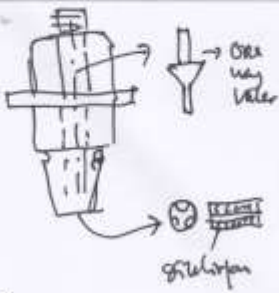
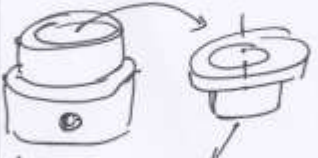
Ketua Peneliti,

*Muji*  
Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian tahap 2

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
32	Kamis 15 Mei 2018	Pembuatan plunger dan one way valve	 <p>sketsa</p>
33	Jumat 16 Mei 2018	Pembelian material ke Semarang	-Nilon untuk lipatan
34	Sabtu 17 Mei 2018	Desain mistar di Lab Post UMM	<p>Modifikasi dari desain sebelumnya,            Desain lama → Keping Kupu            Desain baru → cincin</p>  <p>↳ Uraian asli/ori 40 mm</p> <p>↳ Uraian Cincin <math>\phi</math> 30 x <math>\phi</math> 35</p>

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang



*Retno*  
Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,

Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
35	Senin 19 Mei 2015 → 01.00 2 hari	Power machining Mitar	- Pembuatan mixer standar ke ukuran Ø210 mm - Pembuatan casing venturi variabel Hambatan: Smaring venturi mixer ori memerlukan pisau bubut khusus.
36	Selasa 20 Mei → 22.00 WIB	- Uji coba mixer dan coupling pada pendauran uji  - Uji kebocoran dan uji ketahan- an on-the road.	- Coupling dan mixer dapat diganti kopas dengan baik, namun perlu penyederhanaan.



Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang

*Retno*  
Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,

*Muji*

Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
37	Rabu, 21 Mei 2013	P. Muji → observasi Gyno test ke UPPC Malang.	- Dynotest brau sign nakan, pengujian direncahkan tanggal 3 Juni sampi 6 Juni 2013. †
38	Kamis 22 Mei 2013	Sayun, Setiyo: - Penyempurnaan Mixer & coupler - Peggan daan prototipe.	- Perda har jimat psi, sudat wip † 2 unit mixer da 2 unit coupler.
39.	Senin - Sabtu 27 Mei - 1 Juni 2013	- Persiapan kendaraan yang akan gilas ⊙ Pasang penyambung ⊙ Uji Vaportan ⊙ Uji Accelerasi	OK.



Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang

Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti

Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN



## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
40	SENIN 3 JUNI 2016	<p>- Berangkat uji coba ke UEDC Malang dari Magelang jam 17.00 WIB.</p> <p>Jalur keberangkatan            UMM → KOPENG → SALAB            → GEMOLONG → TRAGEN →            NGAWI → KERTOSONO →            PARE (KOPIKI) → PUSON            → BATU → MALANG.</p>	<p>→ Pengisian LPG di SPBU cangkuk Magelang.</p> <p>- Jumlah penumpang 4 orang.</p> <p>- Kecepatan kendaraan ± 60 - 80 km/jam</p> <p>- AC dan head lamp menyala.</p> <p>- LPG habis di pengalaman antara Kota Pare sampai Kota Batu (sebelum Puson).</p> <p>- Sampai Malang Jam ± 04.00 WIB.</p>



Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang

Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,

Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
41	SELASA 4 Juni 2015	Pengukuran pada Unit Dynamometer	- Data penelitian - Hambatan → hampir tidak ada.
42	RABU 5 Juni 2015	Pergalangan Magelang Magelang	- lancar.
43	JUMAT 14 JUNI 2015	olah data peneli- titan	- Kombinasi mixer- vaporizer optimal.
44	SABTU 15 Juni 2015	olah data peneli- titan	Hambatan: Data penelitian berupa file PDF → pengo- lahan data harus melakukan penyajian dan penyusunan grafis.

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang



Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,



Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
45	Periode pertengahan Juni - Agustus 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uji ketahanan mixer variabel dan coupling pada mesin SA-PE dan beberapa mobil lainya (Pijang, Hjet Low colt. dll).</li> <li>- Dilakukan uji jalan pada pendarasan operasional Lab Otomotif.</li> <li>- Validasi data ke VEDC Malang</li> </ul>	- Hampir tidak ada hambatan.



Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang

*Retno*  
Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,

Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 CATATAN KEGIATAN

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
46.	20 Agustus 2013 (Selasa)	- Mulai penyusunan laporan tahap 2 - Koordinasi dengan LP3M (Bu Retno)	- Belum bisa menyatukan hasil uji teknis pada coupling. - Laporan kegiatan untuk di MONEV
47	SABTU 31 Agustus 2013	- Review laporan di LP3M.	- Tata tulis laporan - MONEV internal P. Uman & Bu Retno
48.	SABTU 7 Sept 2013	- Pengesahan laporan tahap 2.	OK
49	SABTU 14 Sept	- Koordinasi dengan LP3M untuk Pengiriman Laporan tahap 2 / pengajuan termin 3	OK -



Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian UM Magelang

*Retno*  
Dra. Retno Rusdijati, M.Kes  
NIDN/0015026901

Ketua Peneliti

*Muji Setiyo*  
17/1-13  
Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN



## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 **CATATAN KEGIATAN**

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
50.	20-23 Sept 2013	Koordinasi dengan LP3M & Sentra HKI- UMM untuk pengas- taan paten	- Draft paten + ok
51	23-25 Sept 2013	Pengas-taan paten ke Biran HKI Tangerang.	- Bukti / tanda terima dat.
52	27-Sept sd 6 Oct 2013	Koordinasi dengan LP3M untuk pengas- saan ke Semarang	- Penataan dokumen.
53	8 Oct 2013	Moner di Semarang	- OK.
54	10 Oct 2013	uji konsumsi bahan kayu	- Data uji konsumsi bahan kayu.


 Kepala Pusat Penelitian  
 Universitas Muhammadiyah Magelang  
  
 Dra. Retno Rusdijati, M.Kes.  
 NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,



Muji Setiyo, ST, MT  
 Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

## Lampiran 7 (Lanjutan) Log book penelitian

 **CATATAN KEGIATAN**

No	Hari/ Tanggal	Uraian Kegiatan	Hasil atau hambatan
55	10 Oct 2013 s/d 20 Oct 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Olah data penemuan bahan kapur.</li> <li>- Penyelesaian manu- scribe makalah.</li> <li>- Penyelesaian laporan akhir.</li> <li>- Monev in</li> <li>- Koordinasi dengan LP3M</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data OK</li> <li>- OK <span style="font-size: 2em;">{</span> <span style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 5px;">Teprom Sem- Incinas</span></li> <li>- OK</li> <li>- OK</li> <li>- Proses</li> </ul>



Kepala Pusat Penelitian  
Universitas Muhammadiyah Magelang

*[Signature]*  
Dra. Retno Rusdijati, M.Kes.  
NIDN. 0015026901

Ketua Peneliti,

Muji Setiyo, ST, MT  
Nidn.0627038302

BUKU CATATAN KEGIATAN PENELITIAN

Lampiran 8 Peta jalan yang ditempuh saat uji bahan bakar

