

PROTOTIPE

Modul Sistem Kontrol Pengapian Dan *Deceleration Fuel Cut Off* Pada Kendaraan Bi-Fuel

ID Proposal : RT-2015-0328

Judul proposal : Pengembangan Sistem Kontrol Pengapian Dan Sistem Deceleration Fuel Cut Off Pada Kendaraan Bi-Fuel Untuk Mendukung Program Konversi Bahan Bakar Gas

Lembaga Pembuat : Universitas Muhammadiyah Magelang

Bidang Prioritas : Teknologi Transportasi : Riset Pengembangan Kendaraan Ramah Lingkungan dan Kendaraan Angkutan Umum Murah untuk Pedesaan

Peneliti Utama : Muji Setiyo, ST, MT

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
ABSTRAK	2
LATAR BELAKANG	3
A. Urgensi	3
B. Tujuan dan Manfaat	4
C. Rencana Pengembangan.....	4
TEKNIS.....	5
A. Judul dan lembaga pembuat prototipe	5
B. Jenis prototipe.....	5
C. Fungsi dan performance	5
D. Proses pengujian yang telah dilakukan beserta hasil ujinya	6
E. Paten yang telah didapatkan	9
DATA DUKUNG	10
A. Gambar Desain.....	10
B. Hasil pengujian.....	11
C. Paten	12
1. Bukti pembayaran (permohonan dan pemeriksaan substantif)	12
2. Bukti pendaftaran dan permohonan substantif	13
D. Publikasi.....	14

ABSTRAK

Modul sistem kontrol pengapian dan *deceleration fuel cut off* pada kendaraan *bi-fuel* adalah sirkuit terintegrasi yang memiliki dua fungsi. Pada bagian sistem kontrol pengapian berfungsi untuk mengatur waktu pengapian (*ignition timing*) saat mode operasi bahan bakar dipindah dari bensin ke LPG dan sebaliknya. Tujuannya untuk mendapatkan performa terbaik pada kedua mode operasi bahan bakar. Sementara, pada bagian *deceleration fuel cut off* berfungsi untuk memutus aliran LPG pada saat deselerasi. Tujuannya untuk menghemat bahan bakar dan mengurangi emisi. Sirkuit tersebut bekerja berdasarkan informasi dari *Engine Speed Sensor (NE signal)*, *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAPS)*, dan *Throttle Position Sensor (TPS)* untuk mengendalikan *Engine Control Module (ECM)*.

Pada bagian sistem kontrol pengapian mencakup suatu relay untuk mengatur tegangan yang disuplai ke *Engine Control Module (ECM)*, dimana relay tersebut bekerja berdasar informasi dari saklar pemindah mode bahan bakar dan suatu modul pengatur tegangan untuk memanipulasi nilai tegangan *feedback* dari *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP)*. Perbedaan tegangan yang keluar dari modul terhadap tegangan yang masuk ke modul dapat diatur melalui penyetelan nilai Variabel Resistor. Besar kecilnya tegangan *feedback* ini akan diolah oleh ECU untuk memajukan atau mengundurkan saat pengapian (*ignition timing*). Pada bagian *deceleration fuel cut off* mencakup suatu komponen pengubah frekwensi ke voltase (F to V) dan suatu modul pembanding (komparator). Tegangan dari rangkaian F to V dan tegangan dari *Throttle Position Sensor (TPS)* diolah oleh modul untuk memutus aliran arus ke solenoid LPG saat deselerasi.

Prototipe ini berdimensi 8 x 12 cm. Komponen elektronik dirangkai dalam sebuah multi-layer PCB untuk mendapatkan desain yang kompak.

Kata kunci : Bi-fuel, Kontrol pengapian, *deceleration fuel cut off*

LATAR BELAKANG

A. Urgensi

Mobil berbahan bakar ganda yang lazim disebut dengan "kendaraan bi-fuel" adalah mobil yang dapat beroperasi dengan dua bahan bakar secara bergantian. Kedua bahan bakar tersebut dapat berupa cairan, keduanya gas, atau salah satu dari keduanya berupa cairan atau gas. Dalam penelitian ini, secara khusus menginvestigasi kendaraan bi-fuel bensin dan LPG menggunakan konverter kits jenis vaporizer dan mixer (generasi pertama) yang diaplikasikan pada mesin EFI.

Permasalahan pada kendaraan bi-fuel Bensin/LPG adalah perbedaan properti kedua bahan bakar yang diterapkan, terutama properti kecepatan pembakaran. Perbedaan kecepatan pembakaran ini menuntut waktu pengapian (*ignition timing*) yang berbeda untuk setiap mode operasi bahan bakar. Jika *ignition timing* mengacu pada bensin dengan kecepatan pembakaran yang lebih tinggi, performa mesin akan turun saat menggunakan mode LPG dengan kecepatan pembakaran yang lebih rendah. Sebaliknya, jika *ignition timing* mengacu pada bahan bakar dengan kecepatan pembakaran yang lebih rendah, akan terjadi *knocking* saat menggunakan bensin.

Alat pengaturan pengapian yang telah ada umumnya bekerja berdasarkan informasi putaran mesin, seperti *Timing Advance Processor (TAP)* dan *Electronic Spark Advance Variators (ESAV)*. Sementara invensi ini bekerja berdasarkan informasi dari *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP)* untuk memperbaiki daya mesin saat akselerasi dan beban berat.

Permasalahan lain terkait emisi yang tinggi dan pemborosan LPG saat deselerasi. Hal ini karena faktor kevakuman mesin yang tinggi sementara pada saat deselerasi sesungguhnya tidak membutuhkan aliran gas. Konverter kits jenis vaporizer dan mixer (generasi pertama) belum dilengkapi dengan modul pengaturan yang terkoneksi dengan ECM kendaraan. Untuk itu, sebuah sirkuit *deceleration fuel cut off* perlu diterapkan untuk menghemat bahan bakar (LPG) dan menurunkan emisi.

Kedua modul pengendali tersebut (modul kontrol pengapian dan modul *deceleration fuel cut off*) sangat urgen untuk diaplikasikan pada kendaraan bi-fuel Bensin/LPG untuk mendapatkan performa terbaik pada kedua mode operasi bahan bakar (Bensin dan LPG), serta untuk menghemat bahan bakar dan menurunkan emisi.

B. Tujuan dan Manfaat

Tujuan pengembangan prototipe ini untuk mendapatkan performa terbaik pada kedua mode operasi bahan bakar (Bensin dan LPG), serta untuk menghemat bahan bakar dan menurunkan emisi pada kendaraan bi-fuel Bensin//LPG.

Manfaat yang diperoleh adalah untuk memberikan kontribusi komponen kontrol pada unit converter kits dalam rangka mempercepat program konversi BBM ke LPG khususnya mobil penumpang dan angkutan umum, sehingga dapat mendukung sistem inovasi nasional dalam upaya mewujudkan sistem transportasi yang murah.

C. Rencana Pengembangan

Sementara ini, untuk mengaplikasikan prototipe ini pada kendaraan dilakukan dengan mengkoneksikan pada *wiring harness*. Kedepan, akan dikembangkan model yang dapat dikoneksikan pada soket DTC (*Diagnosis Trouble Code*).

TEKNIS

A. Judul dan lembaga pembuat prototipe

Judul : Modul Sistem Kontrol Pengapian Dan *Deceleration Fuel Cut Off* Pada Kendaraan Bi-Fuel

Lembaga Pembuat : Universitas Muhammadiyah Magelang

B. Jenis prototipe

Prototipe yang dikembangkan ini telah diuji skala laboratorium.

C. Fungsi dan performance

1. Modul sistem Kontrol Pengapian

Modul sistem kontrol pengapian berfungsi untuk menyesuaikan waktu pengapian (*ignition timing*) saat kendaraan berubah mode bahan bakar dari bahan bakar bensin ke LPG/CNG atau sebaliknya.

Dari hasil pengujian pada Chassis Dynamometer, modul ini mampu menghasilkan performane terbaik pada kedua mode bahan bakar. Dengan sistem ini, output daya saat menggunakan LPG hanya terpaut $\pm 4\%$ dari mode operasi bensin.

2. Modul *deceleration fuel cut off*

Modul *deceleration fuel cut off* berfungsi untuk memutus aliran LPG saat deselerasi.

Dari hasil pengujian (simulasi), modul ini terbukti mampu memutus aliran LPG posisi Throttle Position Sensor (TPS) pada bukaan 0% (tertutup penuh) sementara putaran mesin masih terbaca diatas 2000 rpm. Tingkat pemutusan aliran LPG pada rpm tertentu dapat diatur dengan mengubah nilai potensio meter yang ada dalam rangkaian.

D. Proses pengujian yang telah dilakukan beserta hasil ujinya

1. Mesin yang diuji

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Toyota 5A-FE yang dimodifikasi menjadi sistem *bi-fuel*. Converter kits yang digunakan adalah Stefanelli 150 HP. Spesifikasi mesin dan converter disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1 secara berurutan.

Tabel 2. Spesifikasi Mesin

Engine manufacturer	: Toyota
Engine code	: 5A-FE
Cylinders	: Straight 4
Capacity	: 1498 cc
Bore x Stroke	: 78.7 x 77 mm
Valve mechanism	: DOHC, 4 valves per cylinder, 16 valves in total
Maximum power output	: 77 kw @ 6000 rpm
Maximum torque	: 135 Nm @ 4800 rpm
Compression ratio	: 9.8:1
Fuel system	: EFI

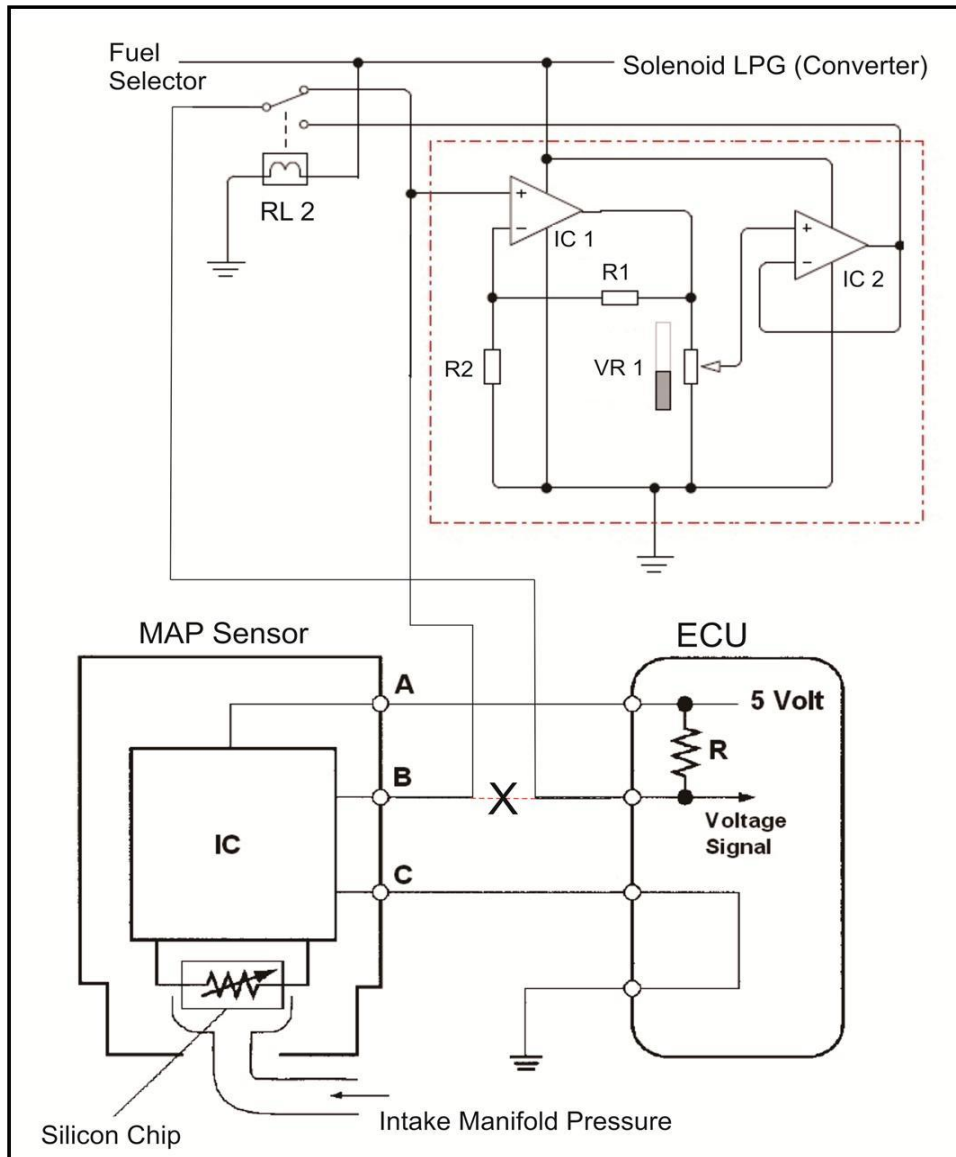


Gambar 1. Converter Stefanelli 150 HP

2. Prototipe yang dikembangkan

Tegangan referensi pada kecepatan idling adalah sekitar 1,4 volt. Ketika pemilih bahan bakar digeser ke "LPG", sebuah relay dalam sirkuit aktif sehingga tegangan dari sensor MAP akan diproses melalui sirkuit. Ketika mode operasi digeser ke "Bensin", Relay menjadi non-aktif, tegangan dari sensor MAP akan disuplai langsung ke ECU.

Melalui sirkuit ini, tegangan output dari SESAM ditetapkan pada 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; dan 1,4 volt. Pengumpulan data dilakukan setiap tiga kali dan diambil yang terbaik. Torsi dan tenaga mesin dicatat sepanjang puratan 1500-6000 rpm.



Gambar 2. Instalasi prototipe pada *wiring hardness*

3. Pengujian Daya

Dalam studi ini, Chassis dynamometer merk Hofmann dynatest® pro - 260 kW digunakan dalam menu "Program P-Max". Mobil dilakukan percepatan dari berhenti sampai kecepatan maksimum dengan mengubah gigi kecepatan secara halus tapi dengan cepat. Setelah daya maksimum telah terlampaui, kopling dilepas dan mobil dibiarkan untuk desesari secara natural. Setelah sampai pada kecepatan idle dan rolling dynamometer berhenti, torsi dan daya mesin akan ditampilkan dalam bentuk grafik.

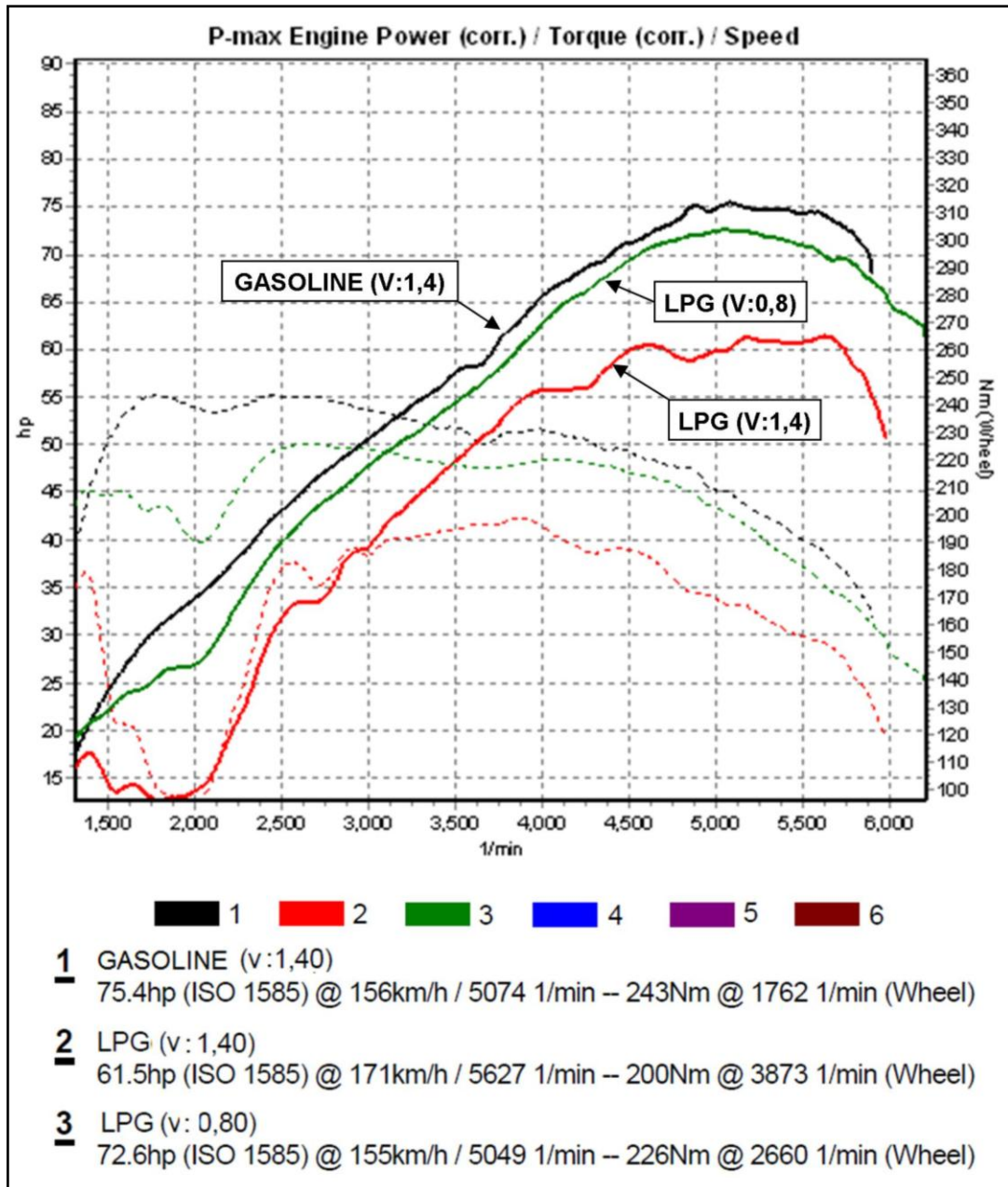


Gambar 3. Set Up Mesin pada dynamometer

4. Hasil Pengujian

Serangkaian tes menunjukkan bahwa kontrol tegangan MAP sensor (yang berarti mengubah waktu pengapian) memiliki pengaruh besar pada output torsi dan tenaga mesin (gambar 4). Dalam mode operasi LPG, tanpa kontrol tegangan feedback dari MAPS (V: 1,4), output mesin sangat rendah. Hal ini jelas terlihat bahwa daya maksimum yang dihasilkan hanya 61,5 hp @ 5045 rpm, sementara mode bensin mampu menghasilkan 75,4 hp @ 5.049 rpm. Selain itu, dalam kecepatan mesin di bawah 2.000 rpm, terjadi penurunan daya yang signifikan.

Hasil yang baik diperoleh pada tegangan umpan balik MAPS yang diatur V: 0,8, hasilnya 72,6 HP @ 5049 rpm.



Gambar 4. Hasil pengujian modul kontrol pengapian

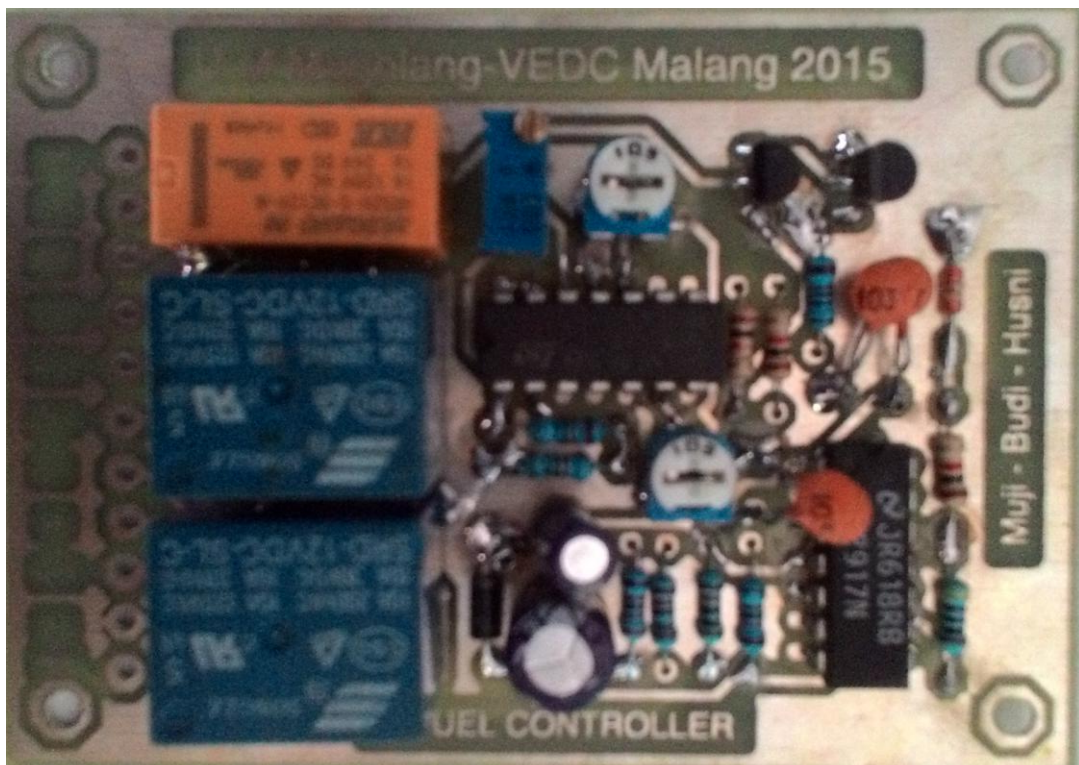
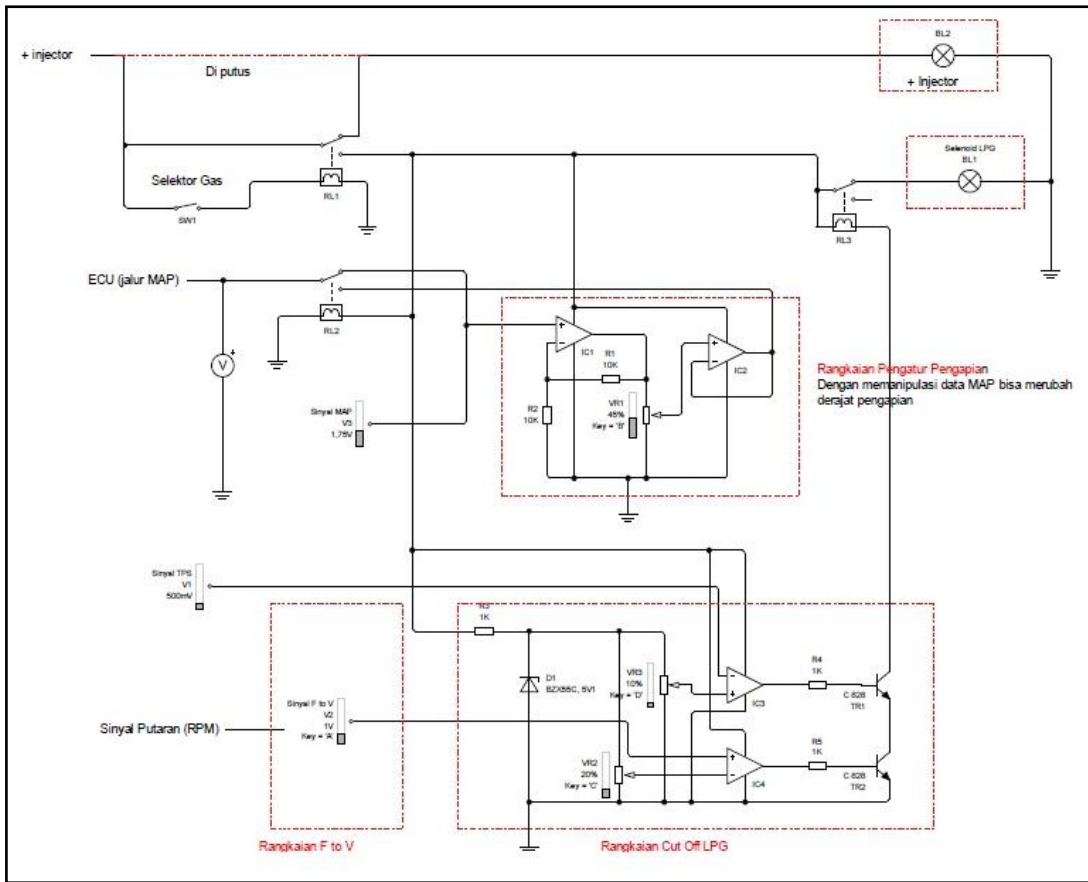
E. Paten yang telah didapatkan

Judul Invensi : ALAT PENGATURAN WAKTU PENGAPIAN PADA KENDARAAN BERBAHAN GANDA

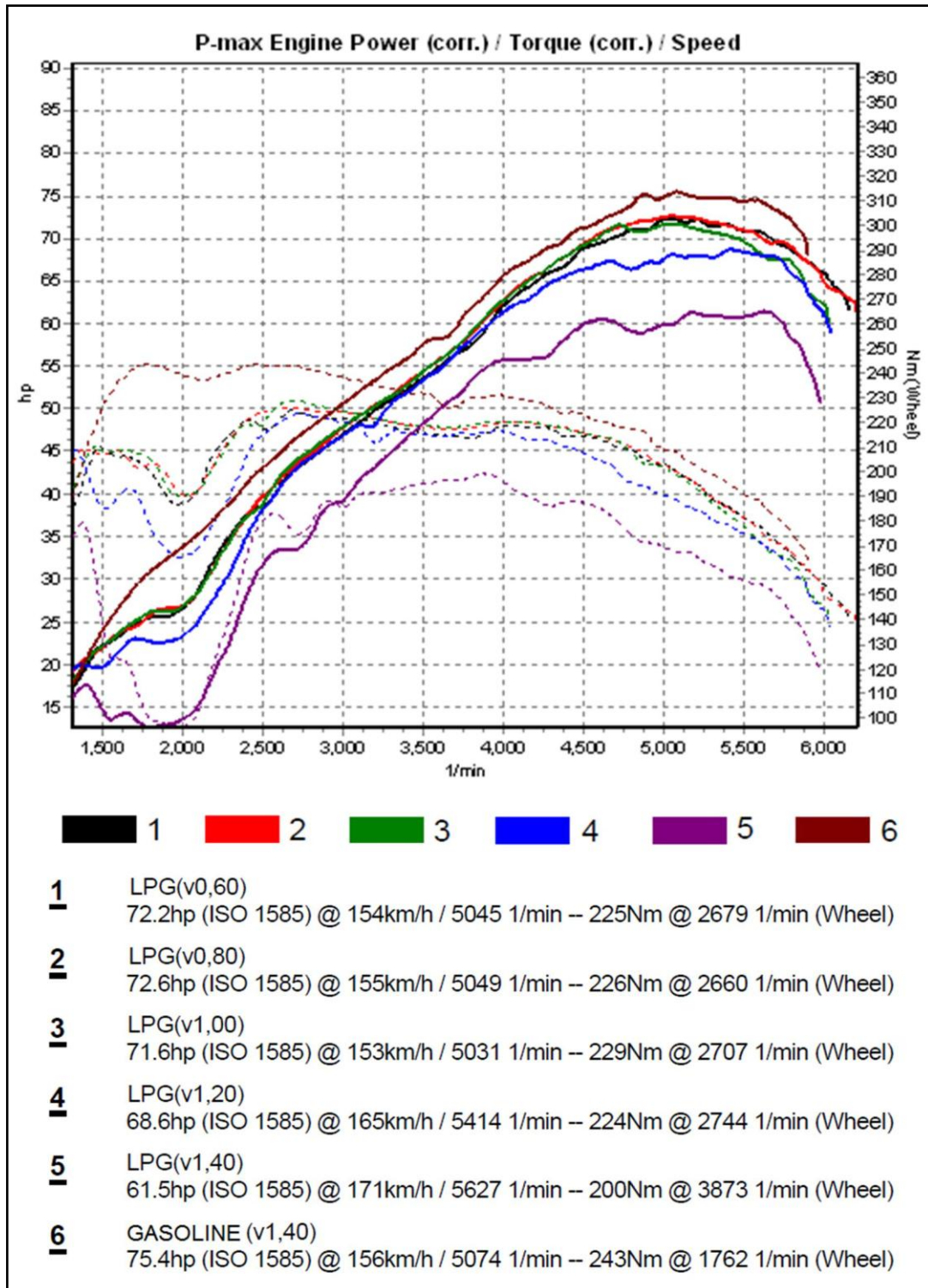
Status : Pengajuan permohonan (S00201507905)

DATA DUKUNG

A. Gambar Desain



B. Hasil pengujian



C. Paten

1. Bukti pembayaran (permohonan dan pemeriksaan substantif)

1624 1624052 1101 77 30/11/2015 08:44:40
 1624 01 000004-30-8 BPN 139 DITJEN HAKI IDR 500,000.00 Cr
 PERMOHONAN PATEN SEDERHANA

SLIP PENYETORAN
DEPOSIT SLIP
 30-11-2015

BritAma BritAma Dollar Simpedes Simaskot Giro Tabungan Haji Pinjaman

Disetor ke / Deposit to
 Nomor Rekening/ Acc No. : 1624 01-000004-30-8
 Nama / Name : BPN 139 DITJEN HAKI
 Kanca / KCP / BRI Unit / Branch : KK Depkumham
 Mata Uang / Currency Rupiah Valas/Forex

Tunai/Cek/BG/Cash/Cheque	Jumlah/Amount
Tunai	500.000
Sub Total	
Kurs / Rate**	
Biaya / Charger**	
Total	500.000

Penyetor / Depositor
 Nama / Name : Muji Setiyo
 Uluw. Muk. Magelang
 Jl. Muryen Bambang Sugeng
 Km. 05 Mertoyudan Magelang ☎ 0273-26995

Terbilang / Amount in Words : Lima Ratus Ribu Rupiah

Kode Billing : Pembayaran Permohonan
 Pola Sederhana : ALAT PENGANTARAN SUKSES PERMOHONAN

Teller [Signature] TT. Penyetor / Depositor's Signature [Signature]

Sesuai Peraturan Bank Indonesia yang berkaitan dengan Prinsip Mengenal Nasabah :
 * Khusus diisi bagi nasabah yang tidak memiliki rekening di BRI dengan jumlah Penyetoran > Rp.100 juta tunai dan dilampiri fotocopy identitas
 ** Diisi oleh Bank.

Transaksi dianggap sah apabila slip penyetoran ini divalidasi dan dibubuhi tanda tangan teller
 Lembar 1 untuk bank
 Lembar 2 untuk nasabah
 Lembar 3 untuk instansi

1624 1624052 1101 30 30/11/2015-08:47:24
 1624 01 000004-30-8 BPN 139 DITJEN HAKI IDR 350,000.00 Cr
 SUBSTANTIF SEDERHANA

SLIP PENYETORAN
DEPOSIT SLIP
 30 November 2015

BritAma BritAma Dollar Simpedes Simaskot Giro Tabungan Haji Pinjaman

Disetor ke / Deposit to
 Nomor Rekening/ Acc No. : 1624 01-000004-30-8
 Nama / Name : BPN 139 DITJEN HAKI
 Kanca / KCP / BRI Unit / Branch : KK Depkumham
 Mata Uang / Currency Rupiah Valas/Forex

Tunai/Cek/BG/Cash/Cheque	Jumlah/Amount
Tunai	350.000
Sub Total	
Kurs / Rate**	
Biaya / Charger**	
Total	350.000

Penyetor / Depositor
 Nama / Name : Muji Setiyo
 Uluw. Muhammadiyah Mangrove
 Jl. Muryen Bambang Sugeng
 Km. 05 Mertoyudan Magelang ☎ 0273-26995

Terbilang / Amount in Words : Tiga Ratus Lima Puluh Ribu Rp

Kode Billing : Pembayaran Substantif
 Pola Sederhana : ALAT PENGANTARAN SUKSES PERMOHONAN

Teller [Signature] TT. Penyetor / Depositor's Signature [Signature]

Sesuai Peraturan Bank Indonesia yang berkaitan dengan Prinsip Mengenal Nasabah :
 * Khusus diisi bagi nasabah yang tidak memiliki rekening di BRI dengan jumlah Penyetoran > Rp.100 juta tunai dan dilampiri fotocopy identitas
 ** Diisi oleh Bank.

Transaksi dianggap sah apabila slip penyetoran ini divalidasi dan dibubuhi tanda tangan teller
 Lembar 1 untuk bank
 Lembar 2 untuk nasabah
 Lembar 3 untuk instansi

2. Bukti pendaftaran dan permohonan substantif

S00201507905*** 30/11/2015 08:54:56***NIESTITIS*** 500,000.00*** 29***30/11/2015



 Dibuat rangkap 4

DEPARTEMEN KEHAKIMAN DAN HAK ASASI MANUSIA R.I
DIREKTORAT JENDERAL HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL

Formulir Permohonan Paten


	 Diisi oleh petugas Tanggal Pengajuan Nomor permohonan
Dengan ini saya/kami ¹⁾ : (71) Nama : Muji Setiyo Alamat ²⁾ : Universitas Muhammadiyah magelang Jl. MayJend Bambang soegeng km.05 Mertoyudan Magelang Warga Negara : INDONESIA Telepon : 0293 326945 NPWP : 46.991.419.6-533.000	
Mengajukan permohonan paten/paten sederhana	[]

HKI.3.65174/2015***10. Permohonan Pemeriksaan Substantif Paten Sederhana*** 30/11/2015
 08:55:53***NIESTITIS*** 350,000.00*** 25***30/11/2015Terkait dengan:
 S00201507905***


 dibuat

DEPARTEMEN KEHAKIMAN DAN HAK ASASI MANUSIA R.I
DIREKTORAT JENDERAL HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL

Formulir Permintaan Pemeriksaan Substantif Paten

	 Diisi oleh petugas Tanggal Pengajuan
Dengan ini saya/kami ¹⁾ : (71) Nama : Muji Setiyo Alamat ²⁾ : Universitas Muhammadiyah magelang Jl. MayJend Bambang soegeng km.05 Mertoyudan Magelang Warga Negara : INDONESIA Telepon : 0293 326945 NPWP (jika ada) : 46.991.419.6-533.000	Diisi oleh petugas []
yang telah mengajukan permintaan paten sendiri/melalui konsultasi HKI : (74) Nama Konsultan HKI : Nomor Konsultasi HKI :	[] []
dengan :	

D. Publikasi

1. Dimuat dalam prosiding seminar insinas 2015

ISBN :

Judul : Modul Pengaturan Pengapian Untuk Kendaraan Bi-Fuel LPG/Bensin

Status : Submit

2. Jurnal Internasional

Judul : Performance Of Gasoline/LPG Bi-Fuel Engine On Variation Of MAPS
Feedback Using An Electronic Spark Advance Module (ESAM)

Status : Proses Review

Jurnal : International Journal of Automotive Tecnology (IJAT)

ISSN : 12299138

Index : Scopus

SJR : 0.65 (Q1)