

### PROTEKSI ISI LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

## LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: d99744d0-e12a-4be8-a8ab-569da68f1615  
Laporan Kemajuan Penelitian: tahun ke-1 dari 2 tahun

### 1. IDENTITAS PENELITIAN

#### A. JUDUL PENELITIAN

Pengembangan Sistem Kontrol Aliran LPG pada Kendaraan Bi-Fuel (LPG-Bensin) untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar

#### B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
RIP-05 Energi baru dan terbarukan	-	05.02 Pengembangan teknologi pemanfaatan LPG, Hidrogen, dan Dimethyl Ether (DME)	Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)

#### C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	SBK Riset Terapan	SBK Riset Terapan	5	2

### 2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
MUJI SETIYO Ketua Pengusul	Universitas Muhammadiyah Magelang	Mesin Otomotif		4547	5
SUROTO MUNAHAR S.T, M.T Anggota Pengusul 1	Universitas Muhammadiyah Magelang	Mesin Otomotif		5996672	1
BAGIYO CONDRO	Universitas Muhammadiyah	Mesin Otomotif		4545	0

PURNOMO S.T, M.Eng  Anggota Pengusul 2	Magelang				
--	----------	--	--	--	--

### 3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Pelaksana Penelitian	Departemen Ototronik VEDC Malang
Mitra Calon Pengguna	Mohammad Husni

### 4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

#### Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian ( <i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i> )	Keterangan ( <i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i> )
2	Dokumentasi hasil uji coba produk	Ada	

#### Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian ( <i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i> )	Keterangan ( <i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i> )
2	Publikasi Ilmiah Jurnal Internasional	accepted/published	Alternatif 1 (IJAME, Q2), Alternatif 2 (IJTECH, Q2)

### 5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

**Total RAB 2 Tahun Rp. 289,504,000**

**Tahun 1 Total Rp. 136,812,000**

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	2	300,000	600,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	2	1,540,000	3,080,000
Analisis Data	Penginapan	OH	3	500,000	1,500,000
Analisis Data	Uang Harian	OH	24	150,000	3,600,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	OH	24	40,000	960,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Unit	1	44,932,000	44,932,000
Bahan	ATK	Paket	5	100,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib,	HR Sekretariat/Administrasi	OB	1	300,000	300,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
dan Luaran Tambahan	Peneliti				
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	12,000,000	12,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	15,000,000	15,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	18	150,000	2,700,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	OH	18	40,000	720,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	1	500,000	500,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	3	600,000	1,800,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	6	300,000	1,800,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	12	800,000	9,600,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	24	80,000	1,920,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	30	150,000	4,500,000
Pengumpulan Data	Uang Harian	OH	120	150,000	18,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	120	40,000	4,800,000
Sewa Peralatan	Obyek penelitian	Unit	1	8,000,000	8,000,000

**Tahun 2 Total Rp. 152,692,000**

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Unit	1	3,000,000	3,000,000
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	2	300,000	600,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	2	1,540,000	3,080,000
Analisis Data	Tiket	OK (kali)	3	1,000,000	3,000,000
Analisis Data	Penginapan	OH	3	500,000	1,500,000
Analisis Data	Uang Harian	OH	24	150,000	3,600,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	OH	24	40,000	960,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Unit	1	41,812,000	41,812,000
Bahan	ATK	Paket	5	100,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	1	300,000	300,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	15,000,000	15,000,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll)	Paket	1	10,000,000	10,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Paket	1	15,000,000	15,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	18	150,000	2,700,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	OH	18	40,000	720,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	1	500,000	500,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	3	600,000	1,800,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	6	1,600,000	9,600,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	6	300,000	1,800,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	24	80,000	1,920,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	30	150,000	4,500,000
Pengumpulan Data	Uang Harian	OH	120	150,000	18,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	120	40,000	4,800,000
Sewa Peralatan	Obyek penelitian	Unit	1	8,000,000	8,000,000

## 6. KEMAJUAN PENELITIAN

**A. RINGKASAN:** Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

LPG telah berkembang sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan karena memiliki hampir seluruh properti kunci, seperti kandungan energi, angka oktan, temperatur auto-ignition, kecepatan nyala api, dan flamability limit. Emisi CO, CO<sub>2</sub>, HC, dan NO<sub>x</sub> yang dihasilkan oleh mesin LPG lebih rendah dari mesin bensin yang menjanjikan saat ini dan masa depan terkait dengan ketatnya peraturan emisi gas buang. Namun demikian, torsi kendaraan LPG dilaporkan lebih rendah daripada kendaraan bensin pada saat beban berat dan emisinya tinggi saat deselerasi. Untuk itu, penelitian ini mengembangkan sistem kontrol untuk mengatur aliran LPG pada vaporizer. Kebaruan penelitian ini terletak pada sistem pengaturan laju aliran massa LPG, yang awalnya hanya berdasarkan kevakuman intake manifold, menjadi sistem ganda yang ditambahkan dengan pengaturan secara elektronik dengan sebuah microcontroller. Penelitian ini selama 2 (dua) tahun (2019 dan 2020). Tahun pertama ini mengembangkan prototipe sistem kontrol LPG dengan kegiatan yang mencakup: perancangan sistem kendali dan melakukan uji laboratorium secara terpisah terhadap komponen-komponen yang dikembangkan; melakukan uji komponen dan interface-nya (melalui pemodelan dan simulasi); dan melakukan integrasi terhadap komponen-komponen teknologi. Target tahun pertama adalah diperoleh prototype skala laboratorium (TKT level 4). Pada tahun pertama ini, telah menghasilkan prototype teknologi yang telah dipatenkan dengan nomor: S00201909952 dengan Sistem bahan bakar gas pada kendaraan cetus api yang dikendalikan secara elektronik dan juga 1 artikel ilmiah yang disubmit ke jurnal SNAS

dengan judul “Design and Application of Air to Fuel Ratio Controller for LPG Fueled Vehicles at Typical Down-Way”.

**B. KATA KUNCI:** Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

## Kendaraan LPG, Controller, Daya mesin, Emisi

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan seringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

**C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan seringkasmungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. **HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

## 1. Deskripsi Prototipe Teknologi

Teknologi propulsi kendaraan bersih seperti kendaraan listrik (EVs) dan sel bahan bakar (FCs) memang menjanjikan di masa depan. EVs dan FCs terbukti menghasilkan dampak lingkungan yang lebih baik daripada kendaraan bensin dan solar meskipun harga kepemilikannya (*Total Cost Ownership*, TCO) masih sangat mahal [1]. Di sisi lain, mengganti kendaraan bahan bakar konvensional (bensin dan solar) dengan teknologi EVs dan FCs melalui program pensiun kendaraan tua dalam waktu dekat tidak mudah untuk dilaksanakan pemerintah. Dengan demikian, penggunaan LPG sebagai bahan bakar alternatif yang memenuhi kelayakan secara ekonomi dan memiliki dampak lingkungan lebih baik dari bahan bakar fosil konvensional menjadi pilihan yang realistis [2-3].

LPG telah berkembang sebagai bahan bakar kendaraan karena memiliki hampir seluruh properti kunci, seperti kandungan energi, angka oktan, temperatur auto-ignition, kecepatan nyala api dan batas mudah terbakar (*flammability limit*) [4-7]. Emisi CO, CO<sub>2</sub>, HC, dan NO<sub>x</sub> yang dihasilkan oleh mesin LPG lebih rendah dari mesin bensin [8-9], yang menjanjikan saat ini dan masa depan, terkait dengan ketatnya peraturan emisi gas buang [10].

Namun demikian, torsi yang dihasilkan kendaraan LPG dengan vaporizer generasi pertama dan kedua dilaporkan lebih rendah (5-20%) daripada kendaraan dengan bahan bakar bensin pada saat beban berat dan emisinya tinggi saat deselerasi [11-12]. Vaporizer LPG bekerja berdasarkan kevakuman pada intake manifold, sehingga saat putaran mesin turun akibat bertambahnya beban, aliran LPG ke intake manifold justru berkurang. Padahal, pada kondisi beban berat, mesin membutuhkan LPG yang lebih banyak untuk menghasilkan daya yang lebih besar. Saat deselerasi, kevakuman manifold meningkat sehingga aliran LPG dari vaporizer meningkat. Sementara itu, saat deselerasi, mesin tidak memerlukan bahan bakar.

Alat pengendali bahan bakar sebelumnya yang terkait dengan penemuan ini antara lain Paten Nomor IDP000058536 [13] dan Paten Nomor S00201704044 [14]. Untuk itu, invensi ini menyediakan sistem bahan bakar gas pada kendaraan

cetus api yang dikendalikan secara elektronik untuk mengatur aliran LPG pada vaporizer. Sistem kontrol bekerja untuk menambahkan LPG saat beban berat dan memutus aliran sesaat pada waktu deselerasi. Kebaruan invensi ini terletak pada sistem pengaturan laju aliran massa LPG, yang awalnya hanya berdasarkan kevakuman manifold, menjadi sistem ganda yang ditambahkan dengan pengaturan secara elektronik. Dalam invensi ini, istilah “gas” dapat mencakup Liquified Petroleum Gas (LPG), Compressed Natural Gas (CNG), dan gas apa saja yang dapat digunakan untuk bahan bakar kendaraan cetus api.

Sistem bahan bakar gas pada kendaraan cetus api yang dikendalikan secara elektronik yang sesuai dengan invensi ini, sebagaimana ditunjukkan dalam [Gambar 1](#), dimaksudkan untuk menghemat bahan bakar gas pada saat bekerja pada posisi deselerasi, yaitu kondisi dimana kendaraan melaju pada kecepatan tinggi, sementara posisi throttle valve menutup. Dalam invensi ini, istilah “gas” dapat mencakup Liquified Petroleum Gas (LPG), Compressed Natural Gas (CNG), dan gas apa saja yang dapat digunakan untuk bahan bakar kendaraan cetus api.

Sistem bahan bakar gas pada kendaraan cetus api yang dikendalikan secara elektronik, dapat mencakup suatu bagian tangki bahan bakar (10), suatu bagian alat penguap bahan bakar (20), suatu bagian injektor bahan bakar (30), dan suatu bagian modul kontrol (40).

Bagian tangki bahan bakar (10) tersebut dilengkapi dengan katup pengaman (12). Tangki tersebut berfungsi untuk menampung bahan bakar pada tekanan tertentu. Tangki tersebut dapat dibuat dari material logam seperti baja karbon atau aluminium paduan atau material composite seperti *fiber reinforce plastic* (FRP).

Bagian alat penguap bahan bakar (20) tersebut memiliki saluran input (22) dan saluran output (24), dimana saluran input tersebut berhubungan dengan tangki bahan bakar (10). Alat penguap tersebut berfungsi untuk menurunkan tekanan bahan bakar. Untuk membantu penguapan, sejumlah *engine coolant* disirkulasikan melalui rongga – rongga alat penguap tanpa bercampur dengan bahan bakar. Alat penguap tersebut diletakkan di ruang mesin dengan sebuah bracket.

Bagian injektor bahan bakar (30) tersebut mendapat suplai bahan bakar dari alat penguap bahan bakar (20) melalui saluran output (24) dari alat penguap tersebut. Bagian injektor berfungsi untuk menyemrotkan bahan bakar ke intake manifold berdasarkan perintah modul kontrol. Injektor terdiri dari serangkaian kumparan, katup bahan bakar dan terminal. Tegangan kerja untuk menggerakkan injektor pada range 12 volt.

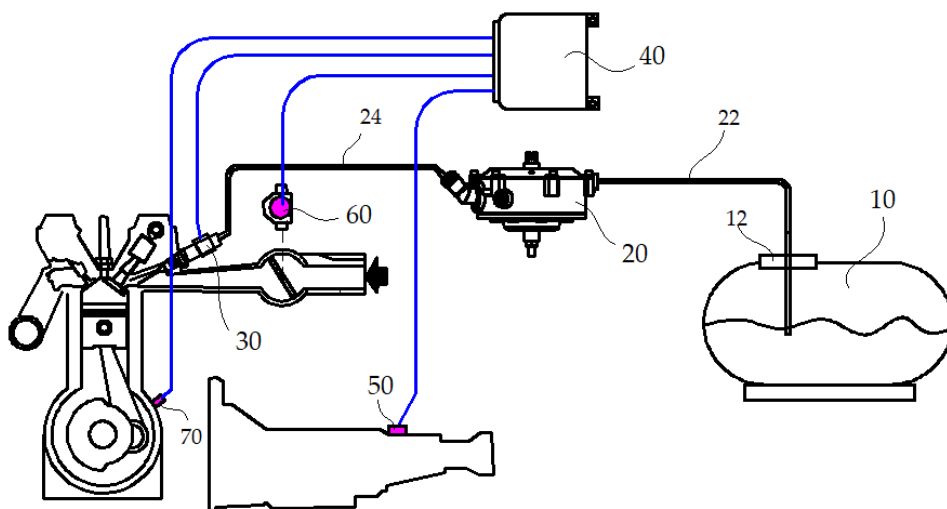
Bagian modul kontrol (40) tersebut mengatur debit injeksi pada injektor (30) yang bekerja berdasarkan sinyal dari sensor kecepatan kendaraan (50), sensor posisi

throttle valve (60), dan sensor posisi poros engkol (70). Modul kontrol berfungsi untuk mengurangi bahan bakar gas yang bekerja berdasarkan kontrol cerdas saat kecepatan kendaraan tinggi dan posisi throttle valve menutup. Sensor throttle valve menghasilkan informasi posisi pembukaan throttle valve yang dikirimkan ke modul kontrol berupa sinyal analog. Sensor posisi poros engkol sebagai informasi putaran mesin kendaraan yang dikirimkan ke modul kontrol melalui proses filtering. Sensor kecepatan kendaraan sebagai informasi kecepatan kendaraan yang menjadi inputan utama dalam modul kontrol. Perpaduan informasi dari sensor posisi poros engkol, kecepatan kendaraan tinggi dan sensor posisi throttle valve menjadi keputusan modul kontrol untuk mengurangi bahan bakar.

Sistem bahan bakar gas pada kendaraan cetus api yang dikendalikan secara elektronik yang sesuai dengan invensi ini, dicirikan dengan kontrol cerdas pada modul kontrol (40) yang bekerja untuk mengurangi debit injeksi saat kendaraan melaju pada kecepatan tinggi yang terbaca oleh sensor kecepatan kendaraan (50) sementara posisi throttle valve terbaca menutup oleh sensor posisi throttle valve (60).

Sistem bahan bakar gas pada kendaraan cetus api yang dikendalikan secara elektronik yang sesuai dengan invensi ini, dimana debit injeksi dapat diatur melalui penyetelan pada modul kontrol (40).

Keragaman modifikasi yang tidak keluar dari inti dan lingkup invensi ini akan jelas bagi orang yang ahli dibidangnya dari pengungkapan ini. Oleh karenanya, klaim berikut dimaksudkan untuk mencakup perwujudan perwujudan spesifik yang disebut disini dan juga modifikasi modifikasi, variasi variasi dan persamaan persamaannya.



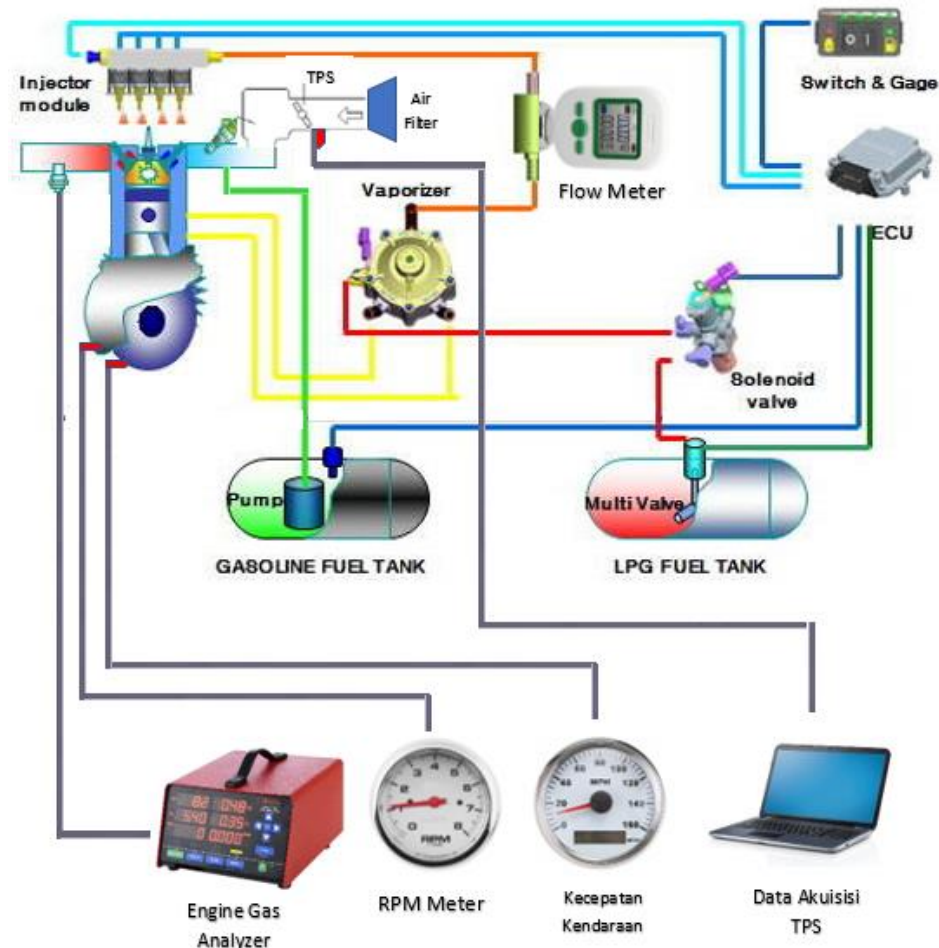
Gambar 1. Prototipe teknologi *deceleration system*.



## 2. Hasil Uji Prototipe

### 2.1. Set up pengujian

Penelitian ini menggunakan pengujian dengan simulasi. Kekurangan pengujian simulasi yaitu belum bisa mengakomodir gaya kinetik kendaraan yang sebenarnya. Namun, kelebihan pengujian simulasi dapat menghilangkan variabel kondisi jalan yang tidak menentu. *Set up* pengujian disajikan pada [Gambar 2](#) dan [Gambar 3](#).



[Gambar 2](#). *Set up* pengujian.

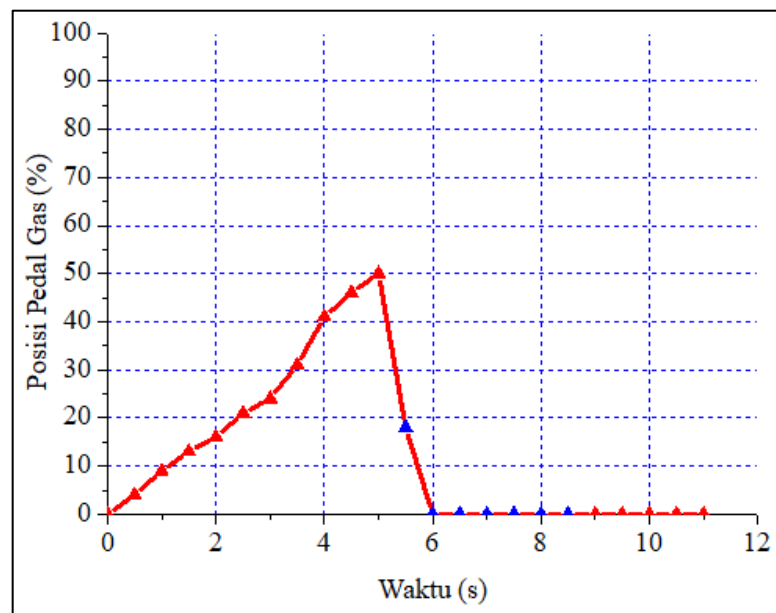
Pengambilan data AFR menggunakan *engine gas analyzer* yang dapat diatur untuk kendaraan berbahan bakar gas LPG. Pengambilan data *flowrate* menggunakan *flowmeter* digital. Pengambilan data putaran mesin menggunakan *tachometer* digital. Pengambilan data TPS menggunakan aplikasi *labview* yang ditampilkan melalui laptop. Sedangkan kecepatan kendaraan diamati melalui *speedometer* kendaraan. Pengujian dilakukan dengan menaikkan kendaraan menggunakan *carlift*. Setelah peralatan pengujian terpasang dilakukan simulasi

pengendalian. Pengambilan data hanya dilakukan pada posisi gigi transmisi 2 dengan kecepatan maksimal 50 km/jam karena dilakukan diatas *carlift*. Pengujian dilakukan beberapa kali untuk memperoleh data yang sesuai.



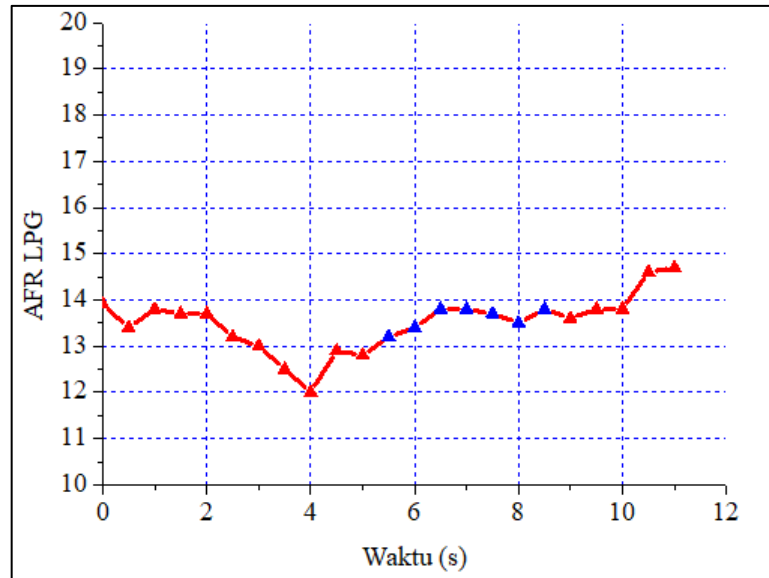
Gambar 3. Pengujian kendaraan dengan *deceleration system* skala laboratoium.

## 2.2. Hasil pengujian tanpa *deceleration system*



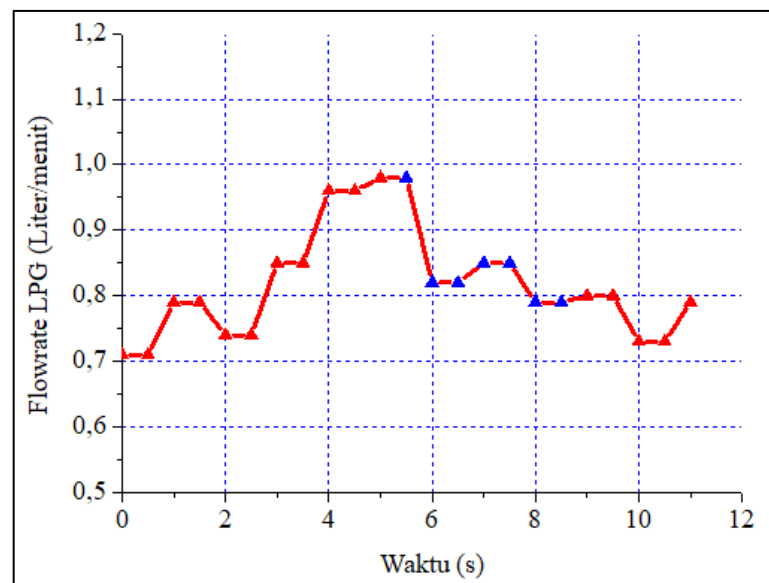
Gambar 2. Grafik posisi pedal gas

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa sistem kontrol yang dibuat mulai bekerja dari posisi pedal gas 18 % hingga posisi pedal gas 0 % pada saat kendaraan mengalami *deceleration*. Titik berwarna biru menandakan *deceleration system* bekerja saat kendaraan mengalami *deceleration*.



Gambar 5. Grafik AFR LPG tanpa *deceleration system*

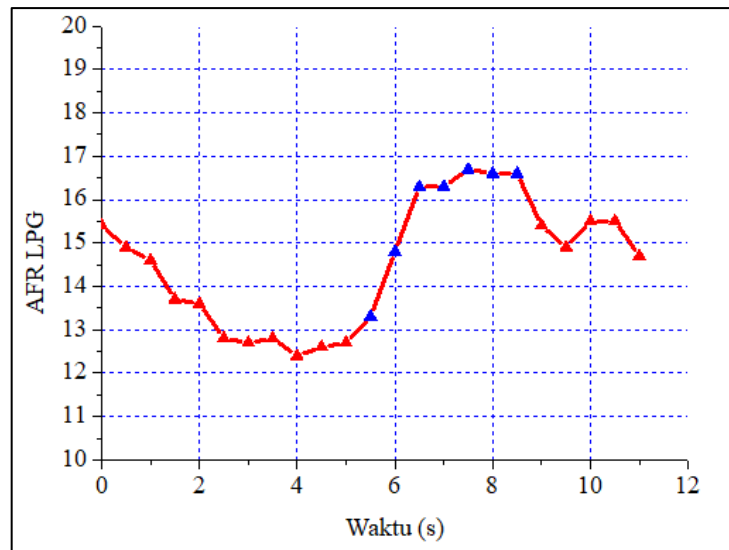
Gambar 5 mempresentasikan ketika sistem kontrol tanpa *deceleration system* nilai AFR LPG paling tinggi sebesar 13,8 pada saat kendaraan mengalami *deceleration*. Titik berwarna biru menandakan kendaraan mengalami *deceleration*.



Gambar 6. Grafik *flowrate* LPG dengan *deceleration system*

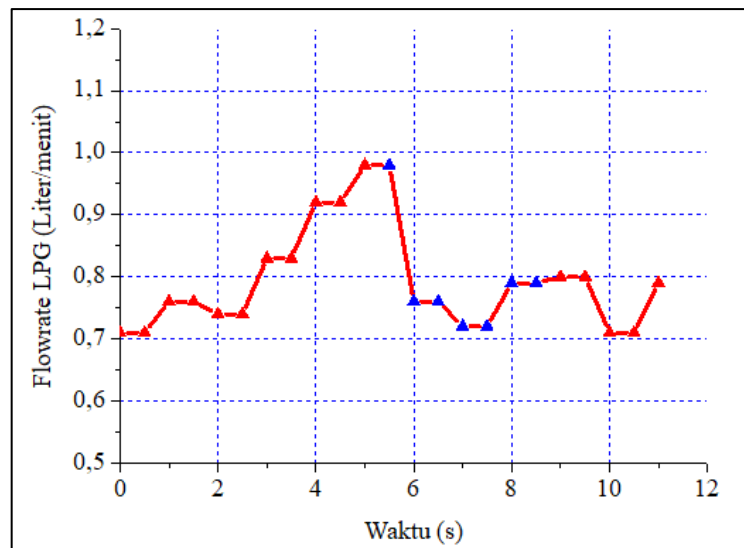
Gambar 6 mempresentasikan sistem kontrol dengan *deceleration system* nilai *Flowrate* LPG sebesar 0,82 liter/menit pada saat kendaraan mengalami *deceleration*. Titik berwarna biru menandakan kendaraan mengalami *deceleration*.

### 2.3. Hasil Pengujian Dengan *Deceleration System*



Gambar 7. Grafik AFR LPG dengan *deceleration system*

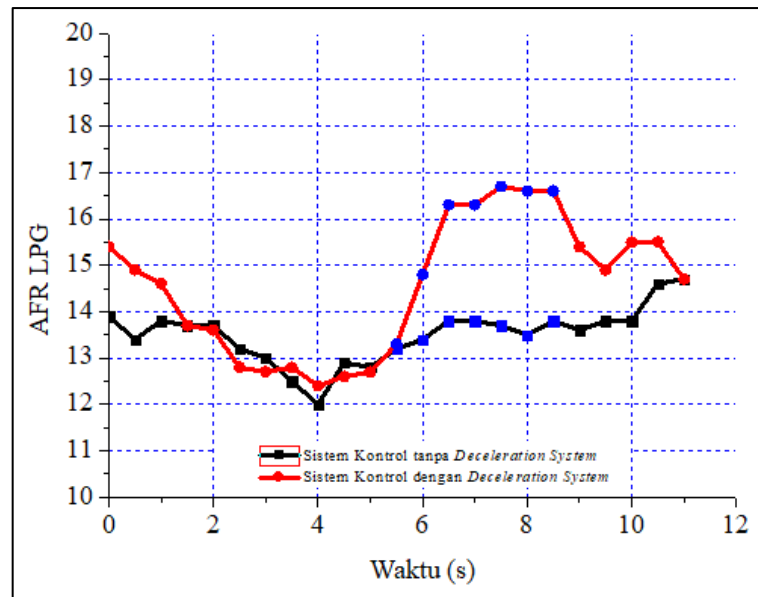
Gambar 7 menyajikan informasi AFR LPG ketika sistem kontrol dengan *deceleration system* nilai AFR LPG paling tinggi sebesar 16,7 pada saat kendaraan mengalami *deceleration*. Titik berwarna biru menandakan *deceleration system* bekerja saat kendaraan mengalami *deceleration*.



Gambar 8. Grafik *flowrate* LPG dengan *deceleration system*.

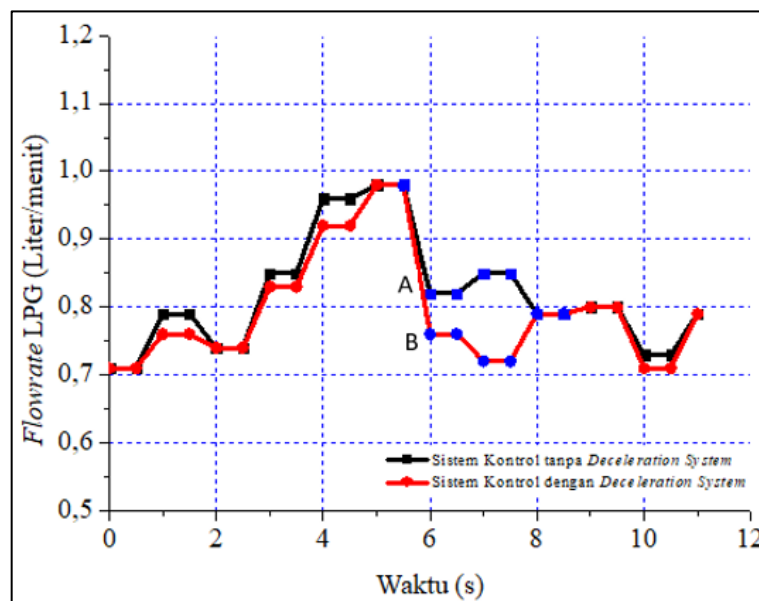
Gambar 8 menyajikan informasi sistem kontrol dengan *deceleration system* nilai *Flowrate* LPG sebesar 0,76 Liter/menit pada saat kendaraan mengalami *deceleration*. Titik berwarna biru menandakan *deceleration system* bekerja saat kendaraan mengalami *deceleration*.

#### 2.4. Perbandingan pengujian tanpa dan dengan *deceleration system*



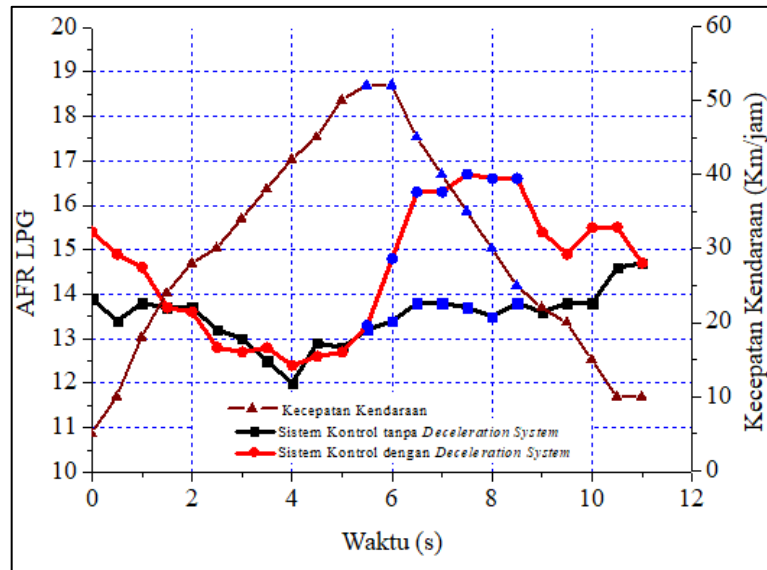
Gambar 9. Grafik perbandingan AFR LPG

Gambar 9 menyajikan nilai AFR LPG saat sistem kontrol tanpa *deceleration system* sebesar 13,8 sedangkan nilai AFR LPG saat sistem kontrol dengan *deceleration system* mengalami kenaikan sampai 16,7. Nilai AFR LPG yang mengalami kenaikan menandakan bahwa sistem kontrol dapat mengurangi bahan bakar yang diinjeksikan saat kendaraan mengalami *deceleration*. Titik berwarna biru menandakan *deceleration system* bekerja saat kendaraan mengalami *deceleration*.



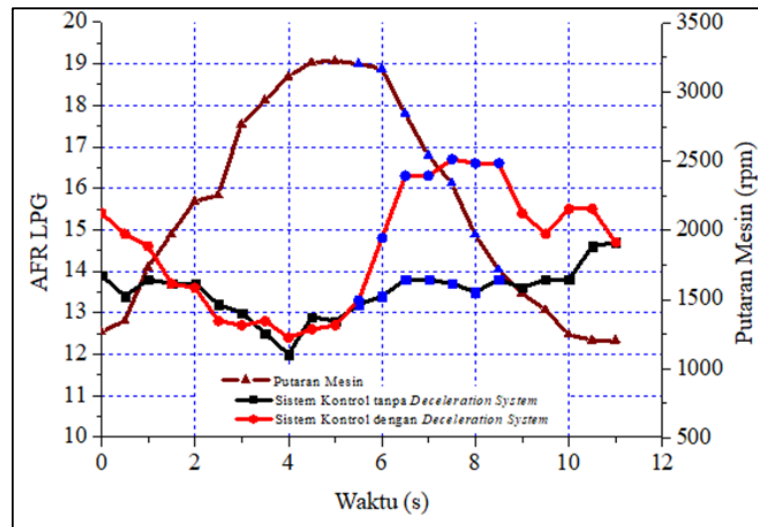
Gambar 10. Grafik perbandingan *flowrate* LPG

Gambar 10 menyajikan nilai *Flowrate* LPG saat sistem kontrol tanpa *deceleration system* pada titik A sebesar 0,82 Liter/menit sedangkan nilai *Flowrate* LPG saat sistem kontrol dengan *deceleration system* pada titik B mengalami penurunan sampai 0,76 liter/menit. Nilai *Flowrate* LPG yang mengalami penurunan menandakan bahwa sistem kontrol dapat mengurangi bahan bakar yang diinjeksikan saat kendaraan mengalami *deceleration*. Titik berwarna biru menandakan *deceleration system* bekerja saat kendaraan mengalami *deceleration*.



Gambar 11. Grafik kecepatan kendaraan dan AFR LPG.

Dari Gambar 11 menyajikan nilai AFR LPG mengalami kenaikan ketika kecepatan kendaraan turun dari 52 km/jam hingga 25 Km/jam saat kendaraan mengalami *deceleration*. Titik berwarna biru menandakan *deceleration system* bekerja saat kendaraan mengalami *deceleration*.



Gambar 12. Grafik putaran mesin dan AFR LPG

**Gambar 12** menyajikan nilai AFR LPG mengalami kenaikan ketika rpm turun dari 3204 rpm hingga 1717 rpm saat kendaraan mengalami *deceleration*. Titik berwarna biru menandakan *deceleration system* bekerja saat kendaraan mengalami *deceleration*.

**D. STATUS LUARAN:** Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas.

Progres luaran penelitian ini dibandingkan dengan yang dijanjikan dalam proposal disajikan dalam **Tabel 1** sebagai berikut.

**Tabel 1.** Progres luaran penelitian.

No	Janji dalam proposal	Status capaian saat ini	Bukti kinerja
Luaran wajib	Paten terdaftar (Prototipe)	Paten terdaftar, No: S00201909952 dengan judul: Sistem Bahan Bakar Gas Pada kendaraan Cetus Api Yang Dikendalikan Secara Elektronik	Bukti registrasi paten: <a href="#">Lampiran 1</a> Hasil pengukuran TKT: <a href="#">Lampiran 2</a>
Luaran tambahan	-	Artikel dalam jurnal internasional (Springer Nature Applied Sciences)	Review report: <a href="#">Lampiran 3</a>

**E. PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas.

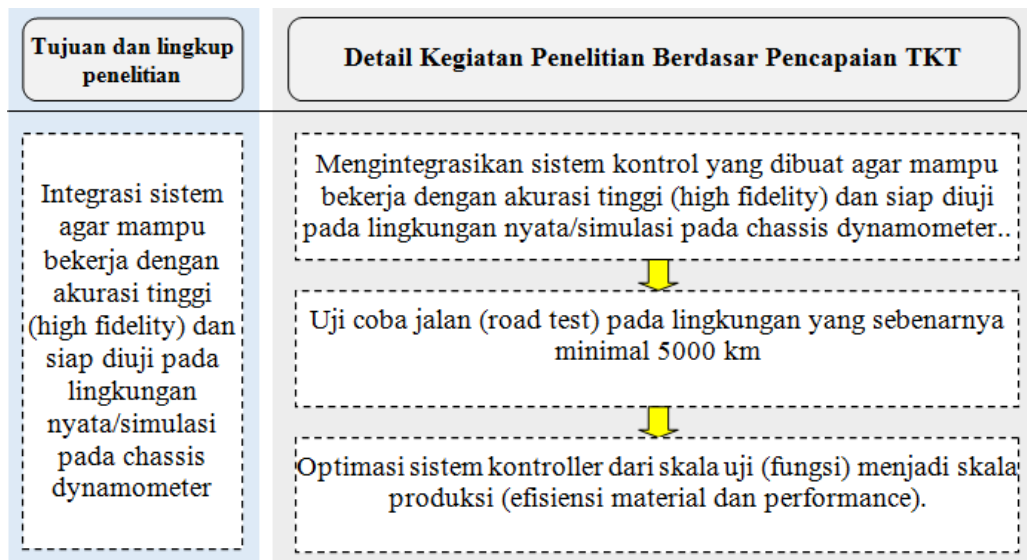
Dalam penelitian ini, mitra penelitian berperan baik dalam menyediakan alat ukur uji kendaraan yang digunakan dalam penelitian untuk pengambilan data.

**F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Belum tersedia peralatan inpeksi untuk mengukur AFR LPG yang dapat digunakan pada kendaraan beroperasi di jalan raya. Namun, masalah ini dapat terselesaikan dengan menggunakan *Engine Gas Analyser* dengan kondisi kendaraan dioperasikan di *carlift* yang dokumen uji kendaraan terlihat dalam [Gambar 3](#).

**G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA:** Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Penelitian ini akan berlanjut sampai dengan tahun 2020, dengan tahapan yang disajikan dalam [Gambar 13](#) dan jadwal yang disajikan dalam [Tabel 2](#). Pada tahun kedua, penelitian akan difokuskan untuk mengintegrasikan sistem agar mampu bekerja dengan akurasi tinggi (*high fidelity*) dan siap diuji pada lingkungan nyata/simulasi pada kendaraan. Target penelitian tahun kedua adalah dokumen hasil uji terap prototipe pada lingkungan yang sebenarnya, yang telah direview oleh mitra.



[Gambar 13](#). Tahapan penelitian tahun ke 2.



Tabel 2. Penelitian tahun ke-2.

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Menyiapkan administrasi penelitian		■										
2.	Menyiapkan material penelitian			■									
3.	Integrasi komponen-komponen prototipe <i>LPG controller</i> agar mampu bekerja pada akurasi tinggi				■								
4.	Pengujian pada dynamometer					■							
5.	<i>Road test</i> (uji pada lingkungan sebenarnya)						■	■					
6.	Optimasi prototipe berdasarkan hasil evaluasi								■				
7.	Penyusunan <i>feasibility study</i>									■			
8.	Penyusunan artikel internasional									■			
9.	Submit ke jurnal										■		
10.	Pelaporan penelitian											■	

**H. DAFTAR PUSTAKA:** Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

- [1] M. Messagie, K. Lebeau, T. Coosemans, C. Macharis, and J. Van Mierlo, "Environmental and financial evaluation of passenger vehicle technologies in Belgium," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 5, no. 12, pp. 5020–5033, 2013.
- [2] A. B. Abdullahi, "Modeling Petroleum Product Demand in Nigeria Using Structural Time Series Model (STSM) Approach 1," vol. 4, no. 3, pp. 427–441, 2014.
- [3] N. Yusma, B. Mohamed, and H. A. Bekhet, "Impacts of Energy Subsidy Reforms on the Industrial Energy Structures in the Malaysian Economy : A Computable General Equilibrium Approach," vol. 6, no. 1, pp. 88–97, 2016.
- [4] A. Kowalewicz and M. Wojtyniak, "Alternative fuels and their application to combustion engines," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers , Part D : Journal of Automobile Engineering*, vol. 219, no. January 2005, pp. 103–125, 2005.
- [5] G. Harrow, "Options for Alternative Fuels and Advanced Vehicles in

Greensburg, Kansas,” 2008.

- [6] ETSAP, “Automotive LPG and Natural Gas Engines,” © IEA ETSAP - *Technology Brief T03*, no. April, pp. 1–5, 2010.
- [7] B. Erkus, A. Surmen, M. I. Karamangil, R. Arslan, and C. Kaplan, “The effect of ignition timing on performance of LPG injected SI engine,” *Energy Education Science and Technology Part a-Energy Science and Research*, vol. 28, no. 2, pp. 1199–1206, 2012.
- [8] R. R. Saraf, S. S. Thipse, and P. K. Saxena, “Comparative Emission Analysis of Gasoline / LPG Automotive Bifuel Engine,” *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, vol. 1, no. 4, pp. 199–202, 2009.
- [9] T. Tasic, P. Pogorevc, and T. Brajliah, “Gasoline and Exhaust Emission Comparison,” *Advances in Production Engineering & Management*, vol. 6, no. 2, pp. 87–94, 2011.
- [11] T. I. Mohamad, M. Jermy, A. K. Vuorenskoski, and M. Harrison, “The effects of propane and gasoline sprays structures from automotive fuel injectors under various fuel and ambient pressures on engine performance,” *World Applied Sciences Journal*, vol. 18, no. 3, pp. 396–403, 2012.
- [12] Z. Salhab, M. G. Qawasmi, H. Amro, M. Zalloum, M. S. Qawasmi, and N. Sharawi, “Comparative performance and emission properties of spark-ignition outboard engine powered by gasoline and LPG,” *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 47–52, 2011.
- [13] A. Triwiyatno dan S. Munahar, “Alat Penghemat Bahan Bakar Pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Sistem Injeksi,” IDP000058536, 2017.
- [14] A. Gufita, Mujiyono, D. Nurhadiyanto, R. P. Moecty dan M. F. Baihaqi, “Konverter Kit Untuk Mesin Motor Bakar Empat Langkah,” S00201704044, 2017.

Lampiran 1. Bukti registrasi paten ([link](#))

**FORMULIR PERMOHONAN PENDAFTARAN PATEN INDONESIA**  
**APPLICATION FORM OF PATENT REGISTRATION OF INDONESIA**

Data Permohonan (Application)			
Nomor Permohonan <i>Number of Application</i>	: S00201909945	Tanggal Permohonan <i>Date of Submission</i>	: 03-NOV-19
Jenis Permohonan <i>Type of Application</i>	: PATEN SEDERHANA	Jumlah Klaim <i>Total Claim</i>	: 4
		Jumlah halaman <i>Total page</i>	: 5
Judul <i>Title</i>	: ALAT PENDINGIN KABIN MOBIL SAAT PARKIR		
Abstrak <i>Abstract</i>	: Invensi ini berhubungan dengan alat pendingin kabin mobil saat parkir yang mencakup suatu bagian solar cell (10) yang dilekatkan pada atap mobil, suatu bagian sirkuit pengendali daya listrik (20), suatu baterai (30), dan suatu bagian elektrik blower (40) untuk mensirkulasikan udara di dalam kabin mobil (50). Alat pendingin kabin mobil saat parkir yang sesuai dengan invensi ini, dimana bagian elektrik blower (40) dapat ditambahkan alat untuk menghasilkan uap air atau dapat digantikan dengan perangkat thermo-elektrik untuk menghasilkan efek pendinginan yang lebih spesifik.		

Permohonan PCT (PCT Application)			
Nomor PCT <i>PCT Number</i>	:	Nomor Publikasi <i>Publication Number</i>	:
Tanggal PCT <i>PCT Date</i>	:	Tanggal Publikasi <i>Publication Date</i>	:

Pemohon (Applicant)		
Name <i>(Name)</i>	Alamat <i>(Address)</i>	Surel/Telp <i>(Email/Phone)</i>
Universitas Muhammadiyah Magelang	Jl. Mayjen Bambang Soegeng Km 5 Mertoyudan Magelang 56172	0293326945 sentraki@ummgl.ac.id

Penemu (Inventor)			
Nama <i>(Name)</i>	Warganegara <i>(Nationality)</i>	Alamat <i>(Address)</i>	Surel/Telp. <i>(Email/Phone)</i>
Muji Setiyo	Indonesia	Batursari, RT.01/RW.04 Candirotto Temanggung, Jawa Tengah, Indonesia	setiyo.muji@ummgl.ac.id 082330623257
Budi Waluyo	Indonesia	Ploso RT.001/RW.001 Gesing, Kandangan, Temanggung, Indonesia	otobudy@ummgl.ac.id 0293326945
Noto Widodo	Indonesia	Perum Dosen UNY, RT. 06/RW. 056, Condong Catur, Depok, Sleman, Indonesia	noto_widodo@ummgl.ac.i d 0293326945

Data Prioritas (Priority Data)		
Negara <i>(Country)</i>	Nomor <i>(Number)</i>	Tanggal <i>(Date)</i>

**Kuasa/Konsultan KI (Representative/ IP Consultan)**

<b>Nama (Name)</b>	<b>Alamat (Alamat)</b>	<b>Surel/Telp. (Email/Phone)</b>
Universitas Muhammadiyah Magelang	Jl. Mayjen Bambang Soegeng Km 5 Mertoyudan Magelang 56172	sentraki@ummgl.ac.id 0293326945

**Lampiran (Attachment)**

GAMBAR YANG DITAMPILKAN

ABSTRACT

SURAT PENGALIHAN HAK ATAS  
INVENSISURAT PERNYATAAN KEPEMILIKAN  
INVENSI OLEH INVENTOR

DOKUMEN LAINNYA

KLAIM

GAMBAR

DESKRIPSI

**Detail Pembayaran (Payment Detail)**

<b>No</b>	<b>Nama Pembayaran</b>	<b>Sudah Bayar</b>	<b>Jumlah Data</b>
1.	Pembayaran Permohonan Paten	<input checked="" type="checkbox"/>	-
2.	Pembayaran Kelebihan Deskripsi	<input type="checkbox"/>	-
3.	Pembayaran Kelebihan Klaim	<input type="checkbox"/>	-
4.	Pembayaran Percepatan Pengumuman	<input type="checkbox"/>	-
5.	Pembayaran Pemeriksaan Substantif	<input type="checkbox"/>	-

Jakarta, 03 November 2019  
Pemohon / Kuasa  
*Applicant / Representative*

Tanda Tangan /  
*Signature*



Nama Lengkap / *Fullname*

Lampiran 2. Hasil pengukuran TKT

RINGKASAN HASIL PENGUKURAN TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI	
	No: 20191106 -001
<b>Nama/Judul Teknologi</b>	ALAT PENDINGIN KABIN MOBIL SAAT PARKIR
<b>Jenis Teknologi</b>	-
<b>Bidang Teknologi</b>	Energi
<b>Pimpinan Program / Kegiatan</b>	Suroto Munahar
<b>Lembaga / Unit Pelaksana</b>	Fakultas Teknik Univ Muhammadiyah Magelang
<b>Alamat / Kontak</b>	Jl mayjend Bambang Soegeng km.05 Mertoyudan MGL Telp / Fax / email: (0293) 326945
<b>Tanggal Pengukuran TRL</b> : 06-Nov-19	
<b>Level TRL yang dicapai :</b>	<b>4</b> ( dari 9 level ) % Komplit Indikator = 80%
<p style="text-align: center;">TRL = <b>4</b></p>	

### Lampiran 3. Review letter (SNAS)

