

**STUDI PENCAMPURAN GAS LPG DAN HIDROGEN
SEBAGAI BAHAN BAKAR *LOW EMISSION VEHICLE***

Skripsi



Tugas Akhir

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun Oleh :

Muhammad Arik Hawari

3331200066

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2024**

TUGAS AKHIR

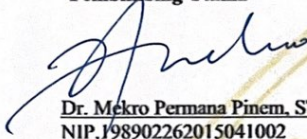
Studi Pencampuran Gas LPG dan Hidrogen sebagai bahan bakar Low-Emission Vehicle

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Muhammad Arik Hawari
3331200066

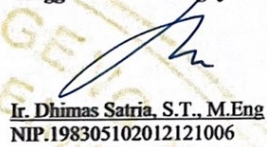
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 28 Juni 2024

Pembimbing Utama



Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.
NIP.198902262015041002

Anggota Dewan Penguji



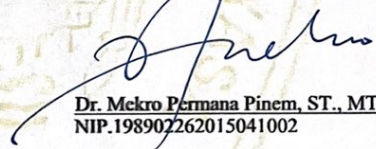
Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng
NIP.198305102012121006



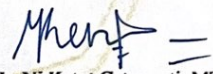
Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, MT.
NIP.196706022001122001



Ir. Dedy Triawan Suprayogi, ST., M. Eng., Ph. D.
NIP. 198206212022031001



Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.
NIP.198902262015041002



Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, MT.
NIP.196706022001122001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 13 Agustus 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng
NIP. 198305102012121006

PERSYARATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Arik Hawari

NPM : 3331200066

Judul :STUDI PENCAMPURAN GAS LPG DAN HIDROGEN
SEBAGAI BAHAN BAKAR LOW EMISSION VEHICLE

Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang disebutkan sumbernya

Cilegon, 15 Agustus 2024



Muhammad Arik Hawari
NPM.3331200066

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan proposal yang berjudul “Studi Pencampuran Gas LPG dan Hidrogen Sebagai Bahan Bakar Low emission Vehicle”.

Adapun tujuan dari penulisan dari proposal ini adalah untuk memenuhi syarat untuk mencapai gelar sarjana Teknik Strata (S1). Selain itu, proposal ini juga bertujuan untuk menambah wawasan tentang Studi Pencampuran Gas LPG dan Hidrogen Sebagai Bahan Bakar Low emission Vehicle.

Terlebih dahulu, saya mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan tugas ini sehingga dapat menambah pengetahuan dan wawasan sesuai dengan bidang studi yang saya tekuni ini. Terlebih saya berterimakasih kepada :

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Bapak Haryadi S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik
3. Bapak Dr.Mekro Permana S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan tenaga serta selalu membimbing saya selama proses penelitian.
4. Bapak Dr.Ir. Ni Ketut Caturwati,S.T.,M.T. Selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir,terimakasih atas bimbingan dan saran-saran untuk penelitian yang saya lakukan.
5. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T Selaku Kordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Untirta
6. Segenap dosen Fakultas Teknik Mesin dan seluruh staf yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama kuliah.
7. Orang tua penulis yaitu Bapak Upu Syaepullah dan Ibu Neneng Maimanah yang senantiasa memberikan doa serta dukungan terhadap penulis
8. Nurusyifa dan Muhammad Hapizd selaku kakak dan yang selalu mendukung,memberikan doa serta tak lelah menemani setiap langkah selama proses perkuliahan.

9. Frischa Maulida Andriadi selaku wanita yang selalu menemani kehidupan penulis selama proses perkuliahan, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini
10. Marchello Marvel, Dimas Satrio, Rifki Nurhasan, Patrick Allen, Sadam Husein dan Muhammad Fajri selaku teman-teman perantau satu kontrakan yang telah memberi pengalaman hidup baru yang bahu-membahu men-support selama proses perkuliahan
11. Seluruh Teman-teman Teknik mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan semangat dan arahan terutama teman-teman Angkatan 2020.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan semua, terimakasih atas bantuannya sehingga sehingga saya dapat menyelesaikan proposal ini.

Kemudian, saya menyadari bahwa proposal yang saya tulis ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun kami butuhkan demi kesempurnaan proposal ini. Semoga dengan penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan, khususnya mahasiswa S1 Mesin.

Cilegon, 27 Juni 2024

Muhammad Arik Hawari
3331200066

ABSTRAK

STUDI PENCAMPURAN GAS LPG DAN HIDROGEN SEBAGAI BAHAN BAKAR LOW EMISSION VEHICLE

Disusun oleh :

Muhammad Arik Hawari

3331200066

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Mobil LEV (*Low Emission Vehicle*) adalah salah satu aplikasi utama dari konversi LPG dan hidrogen. Konversi bahan bakar LPG dan hidrogen pada mesin dapat berdampak signifikan pada kinerja mesin dan baterai mobil LEV. Efisiensi konversi energi bahan bakar LPG dan hidrogen, serta efisiensi mesin genset dalam menggunakan hidrogen, akan mempengaruhi seberapa baik energi yang dihasilkan dapat disimpan dan digunakan oleh mobil LEV. Penelitian ini mencakup analisis energi pembakaran, dan efisiensi bahan bakar. Penelitian ini juga melibatkan pengujian pada mesin kendaraan untuk menemukan campuran bahan bakar yang baik guna menunjang efisiensi bahan bakar. Penggunaan campuran hidrogen dan LPG dapat secara signifikan mengurangi emisi karbon, sehingga meningkatkan kualitas udara dan mengurangi dampak lingkungan. Analisis ini juga mencakup efisiensi konversi energi hidrogen yang dihasilkan dari konversi LPG. Dalam salah satu pengujiannya, selama durasi 60 menit, penelitian ini menghasilkan energi bahan bakar hidrogen sebesar 6,056 MJ dari LPG sebesar 9,2 MJ, sehingga total energi yang dihasilkan adalah 15,246 MJ. Energi yang digunakan oleh genset adalah 1,022 MJ, menghasilkan efisiensi termal sebesar 14,927%.

Kata Kunci : Hidrogen, Low emission vehicle, LPG

***STUDY ON MIXING LPG GAS AND HYDROGEN AS LOW EMISSION
VEHICLE FUEL***

Compiled By :

Muhammad Arik Hawari

3331200066

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Low emission vehicle (LEV) are one of the main applications of LPG to hydrogen conversion. The conversion of LPG fuel into hydrogen in engines can have a significant impact on the performance of LEV car engines and batteries. The efficiency of energy conversion from LPG to hydrogen, as well as the efficiency of generator engines in using hydrogen, will affect how well the energy produced can be stored and used by LEV cars. The study includes an analysis of combustion characteristics, fuel efficiency, and emissions from various hydrogen and LPG blends. The research also involves testing vehicle engines to find the optimal mix that provides the best balance between performance and emissions. The use of a mixture of hydrogen and LPG can significantly reduce carbon emissions, thereby improving air quality and reducing environmental impact. This analysis also includes the efficiency of hydrogen energy conversion resulting from LPG conversion. In one of the tests, for a duration of 60 minutes, this study produced 6,056 MJ of hydrogen fuel energy from 9.2 MJ of LPG, so that the total energy produced was 15,246 MJ. The energy used by the generator set is 1,022 MJ, resulting in a thermal efficiency of 14,927%.

Keywords: Hydrogen, Low emission vehicle, LPG

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERSYARATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Praktikum	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>State of Art</i>	4
2.2 Konversi Bahan Bakar	6
2.3 Mesin Genset.....	7
2.4 Mobil LEV	11
2.5 Daya	12
2.6 Energi Bahan Bakar	13
2.7 Pengaruh Konversi Terhadap Kinerja Mesin	14
BAB III METODOLOGI PRAKTIKUM	
3.1 Diagram Alir Penelitian	17
3.2 Skematik Penelitian.....	18
3.3 Alat dan Bahan yang digunakan.....	19
3.2.1 Alat yang digunakan.....	19
3.2.2 Bahan yang digunakan	22

3.4 Variable Penelitian	23
3.5 Prosedur Penelitian.....	24
3.6 Estimasi Waktu	25

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Kinerja Mesin Menggunakan Bahan Bakar Campuran LPG dan Hidrogen	26
4.2 Perhitungan.....	27
4.3 Analisis Efisiensi.....	30
4.4 Analisis Energi dari Bahan Bakar	31
4.5 Analisis Rasio Perbandingan Bahan Bakar Terhadap Nilai Efisiensi	32

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran.....	29

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. Perhitungan
2. Dokumentasi

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 <i>Ganchart</i> Penelitian	25
Tabel 4.1 Hasil Pengujian masing-masing selama 60 menit	27
Tabel 4.2 Hasil pengujian variasi laju aliran selama 10 menit	27
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Laju Massa Aliran pengujian selama 60 menit	29
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Massa Laju Aliran pengujian selama 10 menit	29
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Efisiensi selama 60 menit.....	30
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Efisiensi Selama 10 Menit.....	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mesin Pembakaran Dalam	6
Gambar 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Termal.....	6
Gambar 2.3 Fuel Cell	7
Gambar 2.4 Genset Diesel.....	8
Gambar 2.5 Genset Bensin.....	8
Gambar 2.6 Genset Gas.....	9
Gambar 2.7 Mobil LEV	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.2 Skematik Pengujian.....	18
Gambar 3.3 Mesin Genset.....	19
Gambar 3.4 Wattmeter	20
Gambar 3.5 Flow Meter	20
Gambar 3.6 Karburator Reducer	20
Gambar 3.7 Stopwatch.....	21
Gambar 3.8 Pressure Gauge Hidrogen (H ₂).....	21
Gambar 3.9 Mesin Gerinda.....	21
Gambar 3.10 Flashback Arestor <i>Gas</i>	22
Gambar 3.11 Timbangan Digital	22
Gambar 3.12 Gas LPG.....	23
Gambar 3.13 Gas Hidrogen	23
Gambar 4.1 Diagram Efisiensi Terhadap Waktu Pembebanan	30
Gambar 4.2 Diagram Perbandingan Energi Bahan Bakar Terhadap Waktu.....	31
Gambar 4.3 Diagram Ratio Bahan Bakar Terhadap Efisiensi	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi terbarukan dalam transportasi semakin mendapat perhatian karena kekhawatiran terhadap dampak negatif penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan dan ketersediaan sumber daya. Salah satu alternatif yang sedang dikembangkan adalah kendaraan listrik berbahan bakar hydrogen dan LPG (Low Emission vehicle / LEV). LEV menggunakan pencampuran bahan bakar untuk menghasilkan listrik menggunakan mesin genset. Penggunaan bahan bakar LPG dan hidrogen merupakan langkah inovatif dalam pengembangan teknologi bahan bakar yang ramah lingkungan. LPG, sebagai bahan bakar fosil yang umum digunakan, memiliki kekurangan dalam hal emisi karbon yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Sebaliknya, hidrogen dianggap sebagai bahan bakar masa depan yang bersih karena tidak menghasilkan emisi karbon saat digunakan. Proses konversi ini dilakukan melalui mesin genset, sebuah perangkat yang umumnya digunakan untuk menghasilkan listrik pada situasi darurat atau di lokasi yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik utama.

Mobil LEV (*Low Emission Vehicle*) merupakan salah satu aplikasi utama dari konversi bahan bakar LPG menjadi hidrogen. LEV menggunakan bahan bakar campuran LPG dan Hidrogen yang digunakan pada mesin genset untuk mengisi baterai. Penggunaan hidrogen sebagai bahan bakar pada LEV memiliki beberapa keuntungan, antara lain efisiensi energi yang tinggi dan tidak menghasilkan emisi karbon, menjadikannya sebagai alternatif untuk mengurangi dampak lingkungan dari transportasi.

Konversi bahan bakar LPG menjadi hidrogen pada mesin genset dapat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja mesin dan baterai pada mobil LEV. Efisiensi konversi energi dari LPG ke hidrogen, serta efisiensi mesin genset dalam menggunakan hidrogen, akan mempengaruhi seberapa baik energi yang dihasilkan dapat disimpan dan digunakan oleh mobil LEV.

Selain itu, teknologi penyimpanan hidrogen merupakan aspek penting dalam konversi bahan bakar LPG menjadi hidrogen. Teknologi penyimpanan yang efisien dan aman diperlukan untuk mendukung penggunaan hidrogen sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dalam berbagai aplikasi, termasuk pada mesin genset dan mobil LEV.

Pada penelitian sebelumnya menurut tri wardgo pada artikelnya menunjukkan bahwa bahan bakar gas jenis LPG memiliki putaran mesin terhadap perubahan beban generator lambat dengan efisiensi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakas minyak, yang disimpulkan bahwa LPG dapat dipakai sebagai penggganti bahan bakar minyak pada pengoperasian Genset. Namun, penggunaan LPG dirasa masih dapat digantikan dengan bahan bakar alternatif yang sekarang gencar dikembangkan yaitu bahan bakar hidrogen, yang memiliki emisi karbon yang jauh lebih baik dari pada LPG karena berasal dari air melalui proses eletrolisis.

Penelitian ini mencakup analisis karakteristik pembakaran, efisiensi bahan bakar, dan emisi dari berbagai campuran hidrogen dan LPG. Penelitian ini juga melibatkan pengujian pada mesin kendaraan untuk menentukan campuran optimal yang memberikan keseimbangan terbaik antara performa dan emisi. Penggunaan campuran hidrogen dan LPG dapat secara signifikan mengurangi emisi karbon, yang berkontribusi pada kualitas udara yang lebih baik dan dampak lingkungan yang lebih rendah. Hal ini meliputi analisis efisiensi konversi energi hidrogen yang dihasilkan dari konversi bahan bakar LPG.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian pencampuran bahan bakaar LPG dan H_2 ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efisiensi pencampuran bahan bakar LPG dan hidrogen pada mesin genset
2. Apa faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi bahan bakar pada mesin genset.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan percobaan yang ingin dicapai pada penelitian pencampuran bahan bakar LPG dan Hidrogen, berikut adalah tujuannya:

1. Menganalisis efisiensi pencampuran bahan bakar LPG dan hidrogen pada mesin genset sebagai bahan bakar *Low Emisien Vehicle*
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi bahan bakar LPG dan hidrogen pada mesin genset sebagai bahan bakar *Low Emisien Vehicle*

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian yang ingin dicapai pada penelitian yaitu pada modul motor bakar, berikut adalah batasan masalah pada penelitian ini:

1. Penelitian ini hanya akan memfokuskan pada efisiensi pencampuran bahan bakar
2. Bahan bakar yang digunakan adalah LPG dengan laju aliran 1,5 L/Menit dan Hidrogen H₂ 0,5 L/Menit
3. Genset yang digunakan pada penelitian ini adalah type 156 f 2,5 HP
4. Pembebanan yang dipakai adalah gerinda dengan spesifikasi 670 watt 220-230 Volt
5. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan durasi pengujian selama 1 Jam setiap pengujian

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian pada penelitian yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang bahan bakar LPG dan hidrogen.
2. Memberikan wawasan tentang potensi penggunaan hidrogen sebagai bahan bakar untuk *combution engine*
3. Membantu dalam pengembangan teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan dalam industri transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arend, BPM, & H. Barendschot. (1980). *Motor Bensin*. Erlangga.
- Dewi, E. L. (n.d.). *Potensi Hidrogen sebagai Bahan Bakar untuk Kelistrikan Nasional*.
- Fadly, E. R., & Pakan, Y. (2021). *ANALISIS VARIASI PUTARAN TERHADAP TORSI DAN DAYA PADA MOTOR DIESEL SATU SILINDER* (Vol. 6, Issue 1). <https://www>.
- Gabriel Paul Tumilar, Fielman Lisi, & Marthinus Pakiding. (2015). Optimalisasi Penggunaan Bahan Bakar Pada Generator Set Dengan Menggunakan Proses Elektrolisis. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 77–78.
- Ma, H., & Widiharsa, F. (2016). *FUEL CELL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK ALTERNATIF PENGISI BATERAI DENGAN PENGENDALI PANAS*.
- Raharjo, Winarno Dwi, & Karnawo. (2008). *Mesin Konversi Energi*.
- Salim Siregar, M., Irwan, A., & Ibrahim, H. (2022). *SINERGIPolmed: JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN ANALISIS PEMELIHARAAN BERKALA PADA MOTOR DIESEL GENERATOR SET DAYA 90 kVA SEBAGAI ENERGI LISTRIK CADANGAN UPT RUMAH SAKIT KHUSUS PARU I N F O A R T I K E L*. <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/Sinergi/index>
- Setiawan, I. C. (2019). Policy simulation of electricity-based vehicle utilization in indonesia (Electrified vehicle-hev, phev, bev and LEV). *Automotive Experiences*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.31603/ae.v2i1.2020>
- Widagdo, T., Witjahjo, S., Pengajar, S., Teknik, J., Politeknik, M., Sriwijaya, N., Srijayanegara, J., & Besar, B. (2014). KONVERSI BAHAN BAKAR MINYAK JENIS PREMIUM KE LPG PADA MESIN GENSET 3500 WATT MENGGUNAKAN METODE VACUUM VALVE SEBAGAI PENGATUR AFR. *JURNAL AUSTENIT VOLUME*, 6.
- Zainuri, F., Adhitya, M., Prasetyo, S., Syuriadi, A., Abdilah, A., Maryono, S., & Wahyudi, I. (n.d.). *Analisis Kinerja Konversi Kendaraan Konvensional Ke Listrik*. <http://jurnal.pnj.ac.id>