

**LAPORAN PENELITIAN MANDIRI
PERCEPATAN PROFESOR
KATEGORI C**



**PENGARUH VARIASI IGNITION TIMING TERHADAP
PERFORMANSI DAN EMISI MOTOR INJEKSI BERBAHAN
BAKAR HCNG**

Oleh:

Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST, MT (NIDN 0030097403)

Abdi Afifuddin Zuhri (NIM. 155060201111009)

Afrie Setyo Nugroho (NIM. 155060201111029)

Ariaz Panji Kesuma (NIM. 155060201111073)

Sugeng Hariyanto (NIM. 155060201111005)

Dilaksanakan atas biaya PNBPN Tahun Anggaran 2021
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya berdasarkan kontrak

Nomor: 125/UN10.F07/PN/2021

Tanggal 10 Mei 2021

**JURUSAN MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
NOVEMBER 2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengaruh Variasi Ignition Timing Terhadap Performansi Dan Emisi Motor Injeksi Berbahan Bakar HCNG

Kategori : C

Ketua Tim Pengusul:

a. Nama Lengkap : Dr.Eng. Mega Nur Sasongko, ST, MT

b. NIDN : 0030097403

c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala/ IVa

d. Program Studi : Teknik Mesin

e. No HP : 0811360436

f. Alamat email : megasasongko@ub.ac.id

Lama Penelitian Keseluruhan : 6 bulan

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 20.000.000,- (Dua puluh juta rupiah)

Biaya Tahun Berjalan : -

Mengetahui,
Ketua BPP Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya



Dr. Ir. Runi Asmaranto, ST., MT.
NIP. 19710830 200012 1 001

Malang, 18 Oktober 2021

Ketua Peneliti,



Dr.Eng.Mega Nur Sasongko,ST,MT
NIP. 197409302000121001

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya



Prof. Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
NIP. 197305202008011013

I. Identitas Penelitian

1. Judul Usulan : **Pengaruh Variasi Ignition Timing Terhadap Performansi Dan Emisi Motor Injeksi Berbahan Bakar HCNG**
2. Kategori : C
3. Ketua Peneliti
- a) Nama Lengkap : Dr.Eng.Mega Nur Sasongko, ST.,MT.
 - b) Bidang keahlian : Konversi Energi
 - c) Jabatan Struktural : KPS S1 Teknik Mesin
 - d) Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - e) Fakultas/Jurusan/PS : Fakultas Teknik Mesin
 - f) Alamat surat : Perum Bukit Cemara Tidar J4 no 11 Malang
 - g) Telpon / Faks : 0811360436
 - h) E-mail : megasasongko@ub.ac.id

4. Anggota Tim Pengusul

a. Dosen

No	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Unit Kerja	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1				

b. Mahasiswa

- 1) Abdi Afifuddin Zuhri (155060201111009)
 - 2) Afrie Setyo Nugroho (155060201111029)
 - 3) Ariaz Panji Kesuma (155060201111073)
 - 4) Sugeng Hariyanto (155060201111005)
- 5) Obyek penelitian : Motor bensin berbahan bakar HCNG
- 6) Masa pelaksanaan penelitian
- a. Mulai : Mei 2021
 - b. Berakhir : Oktober 2021
- 7) Anggaran yang diusulkan : Rp.20.000.000,00 (Dua Juta Rupiah)
- 8) Lokasi penelitian : Lab. Motor Bakar Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, UB
- 9) Hasil yang ditargetkan : Jurnal Nasional Sinta 2
- 10) Institusi lain yang terlibat : --
- 11) Keterangan lain yang dianggap perlu :--

RINGKASAN

Peningkatan mobilisasi masyarakat karena perkembangan ekonomi dan teknologi berakibat pada semakin meningkatnya kepadatan alat transportasi atau sepeda motor yang beroperasi di Indonesia. Banyaknya jumlah kendaraan berakibat pada kebutuhan BBM (bahan bakar minyak) yang semakin meningkat, padahal BBM merupakan salah satu bahan bakar yang semakin menipis keberadaannya dan harus benar-benar dihemat penggunaannya. Efek lain dari menggunakan BBM adalah semakin meningkatnya polusi lingkungan yang disebabkan oleh emisi gas buang hasil pembakaran BBM. Bahan bakar alternatif yang sekarang mulai digunakan dan terus dikembangkan sebagai pengganti BBM untuk kendaraan bermotor adalah CNG (Compressed Natural Gas). Selain murah, CNG sebagai bahan bakar kendaraan bermotor lebih ramah lingkungan karena mempunyai emisi yang jauh lebih rendah dibandingkan BBM. Akan tetapi, CNG mempunyai laju kecepatan pembakaran yang relatif rendah. Padahal pembakaran diruang bakar engine membutuhkan bahan bakar yang mempunyai laju pembakaran yang sangat cepat agar menghasilkan daya yang besar. Untuk mengatasi kelemahan properties CNG ini, metode bisa ditempuh adalah mencampur CNG dengan bahan bakar lain yang mempunyai laju pembakaran yang cepat, salah satunya adalah Hidrogen. Campuran antara bahan bakar CNG dan Hidrogen ini dinamakan bahan bakar HCNG.

Penelitian ini bertujuan meneliti pengaruh variasi prosentase hydrogen dan ignition timing terhadap performansi dan emisi gas buang motor bakar berbahan bakar HCNG. Prosentase hydrogen dalam bahan bakar CNG divariasikan dalam 0 sampai 10% sedangkan ignition timing mesin motor divariasikan dalam: ignition timing standar, diperlambat 4° diperlambat 2° , dipercepat 4° dan dipercepat 2° . Semua variasi penelitan diujikan pada mesin motor dengan putaran mesin diatur dari 3000 rpm sampai 7000 rpm. Performansi atau karakteristik motor bakar yang dihasilkan berupa torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Dari penelitian ini diharapkanakan memunculkan suatu desain paramater motor berbahan bakar HCNG yang mampu menghasilkan performa terbaik bahkan melebihi performa motor dengan bahan bakar konvensional.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi hidrogen memberikan pengaruh kepada performa dari engine 4 langkah dengan sistem injeksi berbahan bakar CNG. Seiring bertambahnya konsentrasi H_2 pada CNG tidak selalu meningkatkan performa dari engine. Torsi maksimal sebesar 2.94 kgm pada putaran 670 rpm, daya efektif maksimal sebesar 3.27 PS pada putaran 1055 rpm, specific fuel consumption terbaik sebesar 0.17 kg/PS.jam pada putaran 770 rpm dan efisiensi termal efektif terbaik sebesar 33.62 % pada putaran 770 rpm pada konsentrasi H_2 10%. Penambahan kadar hidrogen 10% memberikan dampak yang paling signifikan pada proses pembakaran dimana proses pembakaran yang terjadi paling sempurna dibandingkan penambahan kadar hidrogen sebesar 5%, 15% dan 20% dengan indikasi melalui gas buang yakni naiknya nilai CO_2 dan turunnya nilai CO serta HC. Penggunaan settingan ignition timing Standar pada engine standar menggunakan bahan bakar HCNG10 menghasilkan performa tertinggi Torsi sebesar 3 Kg.m, Daya Efektif sebesar 3,04 PS, SFCE sebesar 0,159 kg/Ps.jam, Dan Efisiensi Thermal Efektif sebesar 35,937%. Variasi ignition timing standard merupakan ignition timing yang lebih optimal pada alat uji motor bakar engine 4-langkah dengan bahan bakar HCNG dengan tingkat emisi CO_2 , HC, CO dan O_2 yang dihasilkan lebih baik dibandingkan variasi ignition timing diperlambat dan variasi ignition timing dipercepat. Hal ini dikarenakan, ignition timing standard memiliki timing pembakaran yang tepat dan pressure yang tinggi sehingga kandungan emisi gas buang yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan ignition timing dipercepat (+4 derajat) dan ignition timing diperlambat (-4 derajat).

Kata kunci: Hidrogen, CNG, motor bakar, performa, emisi, ignition timing

SUMMARY

Increased mobilization of the economic and technological community has an impact on increasing the development of transportation equipment or motorcycles operating in Indonesia. The large number of vehicles results in the increasing need for fuel, even though fuel is one of the fuels that is running low and must be really efficient in its use. Another effect of the use of fuel is an increase in pollution caused by exhaust emissions from burning fuel. An alternative fuel that is now being used and continues to be developed as a substitute for fuel for motor vehicles is CNG (Compressed Natural Gas). Besides being cheap, CNG as a motor vehicle fuel is more environmentally friendly because the emissions produced are much lower than BBM. However, CNG has a relatively low combustion rate. Whereas the combustion engine in the combustion chamber requires fuel that has a very fast combustion rate in order to produce large power. To overcome the weakness of this CNG property, the method that can be achieved is to mix CNG with other fuels that have a fast combustion speed, one of which is Hydrogen. This mixture of CNG and Hydrogen fuel is HCNG fuel.

This study aims to examine the effect of variations in the percentage of hydrogen and ignition timing on performance and exhaust gas emissions of HCNG-fueled motors. The percentage of hydrogen in CNG fuel is varied from 0 to 10% while the ignition timing of the motorcycle engine is varied in: standard ignition timing, slowed 4o, slowed down 2o, accelerated 4o and accelerated 2o. All research variations were tested on a motorcycle engine with engine speed regulated from 3000 rpm to 7000 rpm. The performance or characteristics of the combustion engine produced in the form of torque, power, fuel consumption and exhaust emissions. From this research, it is hoped that a design parameter for HCNG-fueled motors will emerge that is able to produce the best performance and even exceed the performance of motors with conventional fuels.

The results showed that variations in hydrogen concentration had an effect on the performance of a 4 stroke engine with a CNG fuel injection system. As the concentration of H₂ in CNG increases, it does not always improve engine performance. Maximum torque of 2.94 kgm at maximum rotation of 670 rpm, effective power of 3.27 PS at 1055 rpm, the best specific fuel consumption of 0.17 kg/PS.hr at 770 rpm and the best effective thermal efficiency of 33.62% at 770 rpm at H₂ concentration 10%. The addition of 10% hydrogen content has the most significant impact on the combustion process where the combustion process occurs most completely compared to the addition of 5%, 15% and 20% hydrogen levels with indications through gas, namely the increase in the value of CO₂ and the decrease in the value of CO and HC. The use of Standard ignition timing settings on a standard engine using HCNG10 fuel produces the highest performance Torque of 3 Kg.m, Effective Power of 3.04 PS, SFCE of 0.159 kg/Ps.hour, and Effective Thermal Efficiency of 35.937%. The standard ignition timing variation is a more optimal ignition timing on a 4-stroke engine fuel test tool with HCNG fuel with better CO₂, HC, CO and O₂ emission levels than the slowed ignition timing variation and the accelerated ignition timing variation. This is because, the standard ignition timing has the right combustion time and high pressure so that the content of exhaust gas emissions produced is better than the accelerated ignition time (+4 degrees) and the slowed ignition time (-4 degrees).

PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan Rahmat, Inayah, Taufik dan Hinayahnya sehingga laporan akhir penelitian mandiri percepatan professor yang berjudul Pengaruh Variasi Ignition Timing Terhadap Performansi Dan Emisi Motor Injeksi Berbahan Bakar HCNG telah dapat terselesaikan. Semoga laporan ini dapat menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca tentang HCNG bahan bakar alternatif masa depan.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kami harapkan kepada para pembaca untuk memberikan masukan-masukan yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan ini.

Tim Penyusun

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://www.merdeka.com/uang/hanya-andalkan-sumur-tua-buat-target-lifting-minyak-2013-meleset.html>
- [2] F.V. Tinaut, A. Melgar, B. Giménez, M. Reyes, Prediction of performance and emissions of an engine fuelled with natural gas/hydrogen blends, *International Journal of Hydrogen Energy* 2011;36:947-56.
- [3] El-Sherif AS. Effects of natural gas composition on the nitrogen oxide, flame structure and burning velocity under laminar premixed flame conditions. *Fuel* 1998;77:1539-47
- [4] Akansu SO, Dulger Z, Kahraman N, Veziroglu TN. Internal combustion engines fuelled by natural gas hydrogen mixtures. *International Journal of Hydrogen Energy* 2004;29: 1527-39
- [5] Sijie Luo, Fanhua Ma, Roopesh Kumar Mehra, Zuohua Huang, Deep insights of HCNG engine research in China, *Fuel* 263 (2020), 116612.
- [6] Bauer CG, Fosest TW. Effect of hydrogen addition on the performance of methane-fuelled vehicles. Part I: effect on S.I. engine performance. *International Journal of Hydrogen Energy* 2001;26:55-70
- [7] Hu E, Huang Z, Liu B, Zheng J, Gu X, Huang B. Experimental investigation on performance and emissions of a spark- properties of laminar premixed methane/air flames at various pressures. *Combustion and Flame* 1998;115(1198): 539-50.
- [8] Wang J, Huang Z, Zheng J, Miao H. Effect of partially premixed and hydrogen addition on natural gas direct injection lean combustion. *International Journal of Hydrogen Energy* 2009;34:9239-47
- [9] Gihun Lim, Sungwon Lee, Cheolwoong Park, Young Choi, Changgi Kim, Effect of ignition timing retard strategy on Nox reduction in hydrogen-compressed natural gas blend engine with increased compression ratio, *International Journal of Hydrogen Energy* 2014;39: 2399-2408
- [10] Ismail M.M, Elsemary, Ahmed A.A Attia, Kairy H Elnagar, Mahmoud S.Elsaleh, Spark timing effect on performance of gasoline engine fueled with mixture of hydrogen-gasoline, *International Journal of Hydrogen Energy* 2017;42: 30813-20.