

**PENGARUH PENYETELAN DERAJAT PENGAPIAN TERHADAP
PERFORMA MESIN DAN EMISI PADA KENDARAAN *HATCHBACK*
1200 CC 4 SILINDER DENGAN METODE *REMAPPING ECU***



**LUTHFI
41320110017**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENYETELAN DERAJAT PENGAPIAN TERHADAP
PERFORMA MESIN DAN EMISI PADA KENDARAAN *HATCHBACK*
1200 CC 4 SILINDER DENGAN METODE *REMAPPING* ECU**



Disusun oleh:

Nama : Luthfi
NIM : 41320110017
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Luthfi

NIM : 41320110017

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penyetelaan Derajat Pengapian Terhadap Performa Mesin dan Emisi pada Kendaraan Hatchback 1200 CC 4 Silinder dengan Metode Remmapping ECU

Telah selesai dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Hadi Pranoto, S.T, M.T, Ph.D

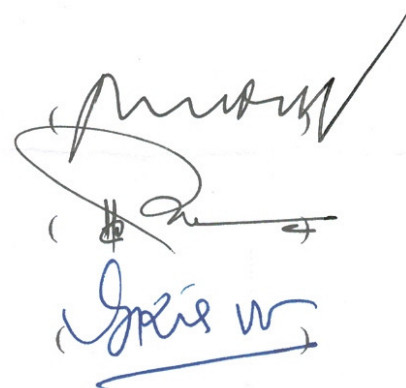
NIDN : 0302077304

Penguji 1 : Henry Charles, S.T, M.T

NIDN : 0301087304

Penguji 2 : Haris Wahyudi, S.T, M.Sc

NIDN : 0329037803



UNIVERSITAS

Jakarta,

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



(Dr. Zulfa Fitrikatrinasari, M.T.)

NIDN. 0307037202



(Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T.)

NIDN. 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Luthfi

NIM : 41320110017

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penyetelaan Derajat Pengapian Terhadap Performa Mesin dan Emisi pada Kendaraan *Hatchback* 1200 CC 4 Silinder dengan Metode *Remmapping* ECU

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 5 Januari 2025



Luthfi

PENGHARGAAN

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Penyetelan Derajat Pengapian Terhadap Performa Mesin dan Emisi pada Kendaraan *Hatchback* 1200 CC 4 Silnder dengan Metode *Remmapping* ECU”. Saya ucapkan terima kasih kepada semua pihak terkait atas dukungan baik moral maupun materi yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Mengetahui bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih dari jauh dari kata sempurna, sehingga saya membutuhkan banyak masukan dari rekan-rekan agar lebih baik lagi.

Dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat S.T, M.T. selaku Kepala Progam Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Gilang Awan Yudhistira S.T, M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Nurato S.T, M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Hadi Pranoto S.T, M.T, Ph.D sebagai dosen pembimbing yang selalu bersedia untuk menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing saya dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
7. Kedua orang tua penulis yang tiada hentinya selalu memberikan doa, semangat, dan dukungannya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
8. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung.

9. Teman-teman kerja di Astra Otoservice yang memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung.
10. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga segala bentuk bantuan serta dukungan dan doa yang diberikan tersebut mendapatkan pahala yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa. Saya berharap hasil Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi mahasiswa Teknik Mesin, saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini.



Jakarta, 5 Januari 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luthfi', is written over a horizontal line.

Luthfi

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

ABSTRAK

Penyetelan derajat pengapian merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi performa mesin kendaraan bermotor, terutama pada mesin 1200 cc dengan konfigurasi 4 silinder. Mesin ini sering digunakan dalam berbagai kendaraan harian yang membutuhkan efisiensi bahan bakar dan tenaga optimal. Namun, penyetelan pengapian yang kurang tepat dapat menyebabkan penurunan performa, konsumsi bahan bakar berlebihan, dan peningkatan emisi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penyetelan derajat pengapian terhadap performa mesin, terutama dalam hal torsi, tenaga, efisiensi bahan bakar, dan emisi. Penelitian dilakukan dengan metode *remapping* ECU (*Engine Control Unit*) pada objek kendaraan Honda Brio 1200 cc, yang merupakan teknik pengubahan parameter mesin melalui perangkat lunak untuk meningkatkan kinerja. Berdasarkan pengujian torsi ECU *Remmapping* dapat meningkatkan torsi dengan peningkatan rata-rata 10.9 N.m, untuk tenaga ECU *Remmapping* dapat meningkatkan tenaga dengan rata-rata peningkatan sebesar 19.5 B.H.P, dan untuk daya poros efektif juga terdapat peningkatan dengan rata-rata peningkatan sebesar 4.8 kW. Dan berdasarkan analisis *Specific Fuel Consumption* (SFC), ECU *Remmapping* menunjukkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dibandingkan ECU Standar pada semua rentang putaran mesin, dengan rata-rata SFC yang lebih efisien sebesar 0.00009 kg/kW.det. Penurunan SFC ini mencerminkan peningkatan efisiensi bahan bakar dan performa mesin yang optimal, baik pada putaran rendah maupun tinggi, yang mendukung akselerasi dan respon kendaraan tanpa mengorbankan daya. Untuk uji emisi juga terdapat penurunan gas HC sebesar 46 ppm. Namun, dampak terhadap emisi tetap perlu dievaluasi lebih lanjut untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan. *Remapping* ECU terbukti meningkatkan efisiensi bahan bakar dan performa mesin pada kendaraan *hatchback* 1200 cc 4 silinder, memberikan manfaat ekonomi jangka panjang dan respons kendaraan yang lebih baik. Namun, perhatian terhadap emisi perlu ditingkatkan untuk menjaga keberlanjutan lingkungan, sekaligus memastikan bahwa modifikasi ini tetap memenuhi standar emisi yang berlaku.

Kata Kunci: Derajat Pengapian, Performa Mesin, *Remapping* ECU, Mesin 1200 cc 4 Silinder

**EFFECT OF IGNITION DEGREE ADJUSTMENT ON ENGINE PERFORMANCE
AND EMISSIONS IN THE 1200 CC 4-CYLINDER HATCHBACK VEHICLE
WITH THE ECU REMAPPING METHOD**

ABSTRACT

Ignition degree adjustment is one of the important factors that affect the performance of motor vehicle engines, especially in 1200 cc engines with a 4-cylinder configuration. These engines are often used in a variety of daily vehicles that require optimal fuel and power efficiency. However, improper ignition tuning can lead to decreased performance, excessive fuel consumption, and increased emissions. This study aims to analyze the effect of ignition degree adjustment on engine performance, especially in terms of torque, power, fuel efficiency, and emissions. The research was carried out using the ECU (Engine Control Unit) remapping method on the Honda Brio 1200 cc vehicle, which is a technique to change engine parameters through software to improve performance. Based on torque testing, the Remmapping ECU can increase torque with an average increase of 10.9 N.m, for power, the Remmapping ECU can increase the power with an average increase of 19.5 B.H.P., and for effective shaft power, there is also an increase with an average increase of 4.8 kW. And based on the Specific Fuel Consumption (SFC) analysis, ECU Remapping shows lower fuel consumption than Standard ECUs across all engine rev ranges, with a more efficient average SFC of 0.00009 kg/kW.det. This decrease in SFC reflects improved fuel efficiency and optimal engine performance, both at low and high revs, which supports acceleration and vehicle response without sacrificing power. For the emission test, there was also a decrease in HC gas by 46 ppm. However, the impact on emissions still needs to be further evaluated to ensure compliance with environmental regulations. ECU remapping is proven to improve fuel efficiency and engine performance in 1200 cc 4-cylinder hatchbacks, providing long-term economic benefits and better vehicle responsiveness. However, increased attention to emissions needs to be paid to maintain environmental sustainability, while ensuring that these modifications still meet applicable emission standards.

Keywords: *Ignition Degree, Engine Performance, ECU Remapping, 1200 cc 4 Cylinder Engine*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	4
1.5 BATASAN MASALAH	5
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 TEORI PERMASALAHAN	13
2.2.1 Pengapian dan Penyalaan Mesin	13

2.2.2	<i>Remmapping</i> ECU dan Performa Mesin	14
2.3	KAJIAN TEORI	14
2.3.1	Siklus Otto	14
2.3.2	Siklus Aktual	15
2.3.3	EFI (<i>Electronic Fuel Injection</i>)	16
2.3.4	ECU (<i>Electronic Control Unit</i>)	16
2.3.5	Induksi dengan ECU	17
2.3.6	<i>Remmapping</i> ECU	18
2.3.7	Performa Mesin	20
2.3.8	Emisi	24
BAB III	METODOLOGI	26
3.1	ALIR PENELITIAN	26
3.2	TEMPAT PENELITIAN	28
3.3	ALAT DAN BAHAN	28
3.3.1	Kendaraan Uji	29
3.3.2	Bahan Bakar	29
3.3.3	<i>Electronic Control Unit</i> (ECU)	29
3.3.4	<i>Engine Scanner OBD II Launch X431 Pro</i>	30
3.3.5	Software <i>Remapping PCM Flash</i>	30
3.3.6	Dynotest	31
3.3.7	Blower	32
3.3.8	Alat Uji Emisi	33
3.4	PROSEDUR PENELITIAN	35
3.4.1	Persiapan Penelitian	35
3.4.2	Pengujian Dynotest	35
3.4.3	Pengujian Uji Emisi	37
3.4.4	Proses <i>Remmapping</i> ECU	38

BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1	HASIL PENGUJIAN TORSI	40
4.2	HASIL PENGUJIAN TENAGA	42
4.3	HASIL PENGUJIAN EMISI KENDARAAN	45
4.4	HASIL PERHITUNGAN DAYA POROS EFEKTIF (N_e)	46
	4.4.1 Hasil Perhitungan Daya Poros Efektif pada ECU Standar	47
	4.4.2 Hasil Perhitungan Daya Poros Efektif pada ECU <i>Remapping</i>	48
	4.4.3 Perbandingan Daya Poros Efektif ECU Standar dengan ECU <i>Remapping</i>	50
4.5	HASIL PERHITUNGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR SPESIFIK	52
	4.5.1 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik ECU Standar	53
	4.5.2 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik ECU <i>Remapping</i>	56
	4.5.3 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar ECU Standar dengan ECU <i>Remapping</i>	59
4.6	PEMBAHASAN	65
BAB V	PENUTUP	67
5.1	KESIMPULAN	67
5.2	SARAN	68
	DAFTAR PUSTAKA	70
	LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram P-V dan T-S pada siklus Otto	15
Gambar 2.2 Diagram Siklus Aktual	16
Gambar 2.3 Komponen ECU	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.2 Bengkel Sigma Speed	28
Gambar 3.3 Bengkel Astra Otoservice Kelapa Gading	28
Gambar 3.4 ECU Honda Brio	30
Gambar 3.5 Scanner Launch X431 PRO	30
Gambar 3.6 Tampilan Software Remapping PCM Flash	31
Gambar 3.7 Alat Dynotest	32
Gambar 3.8 Blower	32
Gambar 3.9 Alat Uji Emisi	33
Gambar 3.10 Memasukkan Mobil ke Dynotest	36
Gambar 3.11 Komputer pada Alat Dynotest	36
Gambar 3.12 Sensor RPM Dynotest	36
Gambar 3.13 Posisi Pemasangan Blower	36
Gambar 3. 14 Memasukkan Alat Pendeteksi Gas ke Knalpot Mobil	37
Gambar 3.15 Menghubungkan Laptop dengan OBD pada Mobil	38
Gambar 3.16 Tampilan Aplikasi Ketika Proses Remmapping ECU	38
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Torsi antara ECU Standar dan ECU Remmapping	41
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Tenaga antara ECU Standar dan ECU Remmapping	43
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Daya ECU Standar dengan ECU Remmapping	51
Gambar 4.4 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar (sfc) ECU Standar dan ECU Remmapping	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peneletian Terdahulu	6
Tabel 3.1 Data Spesifikasi Kendaraan Uji	29
Tabel 3.2 Parameter Remmapping ECU	39
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Torsi Mesin Dengan ECU Standar Dan ECU Remmapping	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tenaga Mesin Dengan ECU Standar Dan ECU Remmapping	43
Tabel 4.3 Hasil Uji Emisi ECU Standar dan ECU Remmapping	45
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Daya ECU Standar dengan ECU Remapping	50
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar ECU Standar dengan ECU Remmapping	60



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
°	Derajat
%	Persen



U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
ECU	<i>Electronic Control Unit</i>
RPM	<i>Revolutions Per Minute</i>
CC	<i>Cubicle Centimeter</i>
HP	<i>Horse Power</i>
Nm	<i>Newton meter</i>
PGM FI	<i>Programmed Fuel Injection</i>
LGV	<i>Liquefied Gas for Vichle</i>
AAN	<i>Artificial Neural Network</i>
TMA	Titik Mati Atas
TMB	Titik Mati Bawah
OBD	<i>On Board Diagnostic</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA