



**UNIVERSITAS NASIONAL**

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN GAS HHO HASIL  
ELEKTROLISIS AIR PADA SEPEDA MOTOR TIPE MATIC**

**SKRIPSI**

**IDHAM FAHRY TAMNGE**

**183112700550019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

**UNIVERSITAS NASIONAL**

**JAKARTA**

**AGUSTUS 2023**



**NATIONAL UNIVERSITY**

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING HHO GAS  
RESULTS WATER ELECTROLYSIS ON MOTORCYCLE  
TYPE MATIC**

**THESIS**

**IDHAM FAHRY TAMNGE**

**183112700550019**

**ENGINEERING PHYSICS STUDY PROGRAM  
FACULTY OF ENGINEERING AND SCIENCE  
NATIONAL UNIVERSITY  
JAKARTA  
AUGUST 2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Idham Fahry Tamnge  
NPM : 183112700550019  
Program Studi : Teknik Fisika  
Judul : Analisis Pengaruh Penambahan Gas HHO Hasil Elektrolisis Air Pada Sepeda Motor Tipe Matic

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Fisika Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.

Dewan Penguji,

Pembimbing I : Ir. Ajat Sudrajat, M.T. Ph.D (.....)

Pembimbing II : Erna Kusuma Wati, S.Pd, Si., M.Sc (.....)


Penguji I : Dr. Viktor Vekky R. Repi, S.T., M.T. (.....)

Penguji II : Prof. Sunartoto Gunadi, M.Eng. (.....)

Penguji III : Fitria Hidayanti, S.Si., M.Si. (.....)



Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Teknik Fisika

  
**Erna Kusuma Wati, S.Pd, Si., M.Sc**  
NID. 0108019011

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : 24 Agustus 2023

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Idham Fahry Tamnge

NPM : 183112700550019

Tanda tangan : 

Tanggal : 24 Agustus 2023



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR UNTUK TUJUAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Idham Fahry Tamnge

NPM : 183112700550019

Program Studi : Teknik Fisika

Fakultas : Teknik dan Sains

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional Hak Bebas Royalti Non-eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN GAS H<sub>2</sub>O HASIL  
ELEKTROLISIS AIR PADA SEPEDA MOTOR TIPE MATIC”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 24 Agustus 2023

Yang Menyatakan



IDHAM FAHRY TAMNGE

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas karunia berkah serta rahmat dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan serta menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Pengaruh Penambahan Gas HHO Hasil Elektrolisis Air Pada Sepeda Motor Tipe Matic”**.

Dan tak lupa pula penulis haturkan shalawat beserta salam kepada junjungan serta suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW. Dalam proses menyusun laporan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, masukan, bantuan serta pengalaman dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Drs. El Amry Bermawi Putera, M.A selaku Rektor Universitas Nasional.
2. Bapak Novi Azman, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
3. Bapak Dr. Ir. Viktor Vekky Ronald Repi, M.T. selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
4. Bapak Ir. Ajat Sudrajat, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Erna Kusuma Wati, S.Pd. Si, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir.
6. Seluruh dosen Fakultas Teknik Dan Sains Universitas Nasional yang telah memberikan ilmunya dengan ikhlas, semoga menjadi pahala dan amal jariyah yang tiada terputus.
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Fisika Universitas Nasional yang telah memberikan ilmunya dalam perkuliahan. Semoga menjadi pahala dan amal jariyah yang tiada terputus.
8. Orang tua tercinta beserta keluarga penulis yang selalu memberikan do'a serta dukungan untuk penulis saat melaksakan proses perkuliahan sampai dengan penyusunan laporan tugas akhir ini.

9. Seluruh teman-teman Mahasiswa Teknik Fisika Universitas Nasional serta pihak-pihak yang telah berkenan membantu juga ikut terlibat dalam setiap usaha penulis jalankan ini yang tak bisa penulis tuliskan semuanya tanpa mengurangi rasa terima kasih dan rasa hormat dari penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karenanya, kritik serta saran yang dapat membangun penulis harapkan untuk penulisan laporan yang lebih baik kedepannya. Permohonan maaf yang besar penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang terkait dengan penyusunan laporan ini atas segala hal yang mungkin tidak berkenan serta kesalahan yang mungkin penulis lakukan tanpa penulis sadari.

Akhir kata, penulis harapkan laporan tugas akhir ini dapat berkontribusi serta bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkenan membacanya, juga ikut membantu memperkaya ilmu pengetahuan kita khususnya pada bidang energi hijau.



Jakarta, 24 Agustus 2023

Penulis

## ABSTRAK

Nama : Idham Fahry Tamnge  
Program Studi : Teknik Fisika  
Judul : **ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN GAS HHO HASIL ELEKTROLISIS AIR PADA SEPEDA MOTOR TIPE MATIC**

Kegiatan transportasi menggunakan kendaraan bermotor menjadi salah satu penyumbang polusi terbesar di Indonesia selain dari kawasan industri dan kebakaran hutan. Penggunaan bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor menghasilkan emisi gas buang yang berbahaya untuk kesehatan dan lingkungan seperti CO, HC, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, dan SO<sub>x</sub>. Untuk mengurangi dampak pembakaran pada kendaraan bermotor, dibutuhkan suatu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan seperti hidrogen. Hidrogen dapat ditambahkan kedalam sistem pembakaran kendaraan. Hidrogen dapat dihasilkan dengan metode elektrolisis air, yaitu memecah molekul penyusun air berupa hidrogen dan oksigen. Gas yang dihasilkan dari metode ini disebut gas HHO. Pada penelitian ini, gas HHO hasil elektrolisis air dengan menggunakan genertor gas HHO tipe *dry cell* akan tambahkan ke dalam sistem pembakaran kendaraan. Setelah penambahan gas HHO, didapati penurunan emisi karbon monoksida sebesar 97,88%, 98,94%, dan 98,76%. Pada hidrokarbon terjadi kenaikan sebesar 89,72%, 103,06%, dan 61,32%. Karbon dioksida naik sebesar 1,23%, 2,86%, 11,32%. Oksigen naik sebesar 1574,01%, 2841,18%, dan 2987,86%. *AFR relative* naik 26,52%, 41,15%, dan 43,49%. Pada daya dan torsi kendaraan setelah ditambahkan gas HHO, terjadi penurunan pada rentang rpm 500 sampai rpm 3750, sedangkan pada rentang rpm tinggi yaitu 4000 sampai rpm 7500 terjadi kenaikan. Dan terjadi penghematan bahan bakar sebesar 6,54%.

**Kata kunci:** Elektrolisis, Generator HHO, *Dry Cell*, *AFR Relative*



## ABSTRACT

Name : Idham Fahry Tamnge

Study Program: Engineering Physics

Title : **ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING HHO GAS  
RESULTS WATER ELECTROLYSIS ON MOTORCYCLE  
TYPE MATIC**

Transportation activities using motorized vehicles are one of the biggest contributors to pollution in Indonesia apart from industrial estates and forest fires. The use of fossil fuels in motor vehicles produces exhaust emissions that are harmful to health and the environment such as CO, HC, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, and SO<sub>x</sub>. To reduce the impact of combustion on motor vehicles, an environmentally friendly alternative fuel such as hydrogen is needed. Hydrogen can be added to a vehicle's combustion system. Hydrogen can be produced by the method of electrolysis of water, which breaks down the molecules that make up water in the form of hydrogen and oxygen. The gas produced from this method is called HHO gas. In this study, HHO gas from water electrolysis using a dry cell type HHO gas generator will be added to the vehicle's combustion system. After the addition of HHO gas, there was a decrease in carbon monoxide emissions by 97.88%, 98.94%, and 98.76%. In hydrocarbons, there were increases of 89.72%, 103.06%, and 61.32%. Carbon dioxide rose by 1.23%, 2.86%, 11.32%. Oxygen rose by 1574.01%, 2841.18%, and 2987.86%. AFR relative rose 26.52%, 41.15%, and 43.49%. In the power and torque of the vehicle after adding HHO gas, there is a decrease in the range of 500 rpm to 3750 rpm, while in the high rpm range of 4000 to 7500 rpm there is an increase. And there is a fuel economy of 6.54%.

**Keywords:** Electrolysis, HHO Generator, Dry Cell, AFR Relative

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK TUJUAN AKADEMIS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DATAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Motor Bakar.....	5
2.1.1 Prinsip Kerja Motor Bakar 4 Langkah.....	5
2.2 Emisi Gas Buang.....	7
2.1.1 Karbon Monoksida (CO).....	7
2.1.2 Hidrokarbon (HC) .....	8
2.1.3 Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ).....	9
2.1.4 Oksigen (O <sub>2</sub> ).....	10
2.1.5 Nitrogen Oksida (NO <sub>x</sub> ) .....	10
2.1.6 Air Fuel Ratio Relativ (AFR).....	11
2.1.7 Catalytic Converter .....	12
2.3 Hidrogen .....	13
2.3.1 Produksi Gas Hidrogen Dari Batubara.....	14

2.3.2	Produksi Gas Hidrogen Dari Steam Reforming .....	14
2.3.3	Produksi Gas Hidrogen Melalui Elektrolisis.....	14
2.4	Elektrolisis .....	15
2.4.1	Air .....	16
2.4.2	Generator Gas HHO .....	17
a)	Generator HHO Tipe Kering ( <i>dry cell</i> ) .....	17
b)	Generator HHO Tipe Basah ( <i>wet cell</i> ) .....	18
2.4.3	Performa Generator Gas HHO .....	18
2.4.4	Gas HHO .....	20
2.4.5	Katalis.....	21
2.4.6	Elektroda .....	22
a)	Plat Netral Pada Generator Gas HHO .....	23
b)	Luas Permukaan Plat .....	24
2.5	Exhaust Gas Analyzer.....	25
2.6	Pengujian Daya Dan Torsi.....	26
2.7	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar.....	27
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
3.1	Metode Penelitian .....	29
3.2	Parameter Penelitian .....	30
3.2.1	Variabel Penelitian.....	30
a)	Variabel Bebas.....	30
b)	Variabel Terikat.....	30
c)	Variabel Terkontrol .....	30
3.2.2	Spesifikasi Benda Uji.....	31
3.3	Spesifikasi Generator Gas HHO.....	32
3.3.1	Alat Dan Bahan .....	35
3.3.2	Uji Fungsional Generator HHO .....	36
3.4	Prosedur Pengujian .....	38
3.4.1	Pengujian Tanpa Gas HHO .....	38
a)	Pengujian Emisi Gas Buang Tanpa Gas HHO .....	38
b)	Pengujian Performa Mesin Tanpa Gas HHO .....	39
c)	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Tanpa Gas HHO .....	41

3.4.2 Pengujian Dengan Gas HHO.....	42
a) Pemasangan Generator Gas HHO Pada Kendaraan Uji.....	42
b) Pengujian Emisi Gas Buang Dengan Gas HHO.....	44
c) Pengujian Performa Mesin Dengan Gas HHO.....	46
d) Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Dengan Gas HHO.....	47
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1 Pengolahan Data .....	48
4.1.1 Pengolahan Data Emisi Gas Buang.....	48
a) Karbon Monoksida (CO).....	50
b) Hidrokarbon (HC).....	52
c) Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ).....	54
d) Oksigen (O <sub>2</sub> ).....	56
e) Air Fuel Ratio Relative ( $\lambda$ ).....	58
4.1.2 Pengolahan Data Performa Mesin.....	60
a) Daya (HP).....	62
b) Torsi (N.m).....	64
4.1.3 Pengolahan Data Konsumsi Bahan Bakar.....	67
a) Konsumsi Bahan Bakar.....	67
4.2 Perbandingan Terhadap Literatur .....	68
4.2.1 Perbandingan Emisi Gas Buang Terhadap Literatur.....	68
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>70</b>
5.1 Kesimpulan .....	70
5.2 Saran .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>72</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>77</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Prinsip Kerja Motor Empat Langkah.....	5
<b>Gambar 2.2</b> Generator HHO Tipe Kering ( <i>Dry Cell</i> ).....	18
<b>Gambar 2.3</b> Generator HHO Tipe Basah ( <i>Wet Cell</i> ).....	18
<b>Gambar 2.4</b> Letak Plat Netral Pada Generator HHO.....	23
<b>Gambar 2.5</b> Aplikasi <i>HHO Hydrogen Generator Cell Configurator</i> .....	25
<b>Gambar 2.6</b> Exhaust Gas Analyzer.....	26
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Tahap Penelitian.....	29
<b>Gambar 3.2</b> Desain Generator Gas HHO Yang Digunakan .....	32
<b>Gambar 3.3</b> Dimesni Generator Gas HHO.....	33
<b>Gambar 3.4</b> Ukuran Plat Elektroda Pada Generator Gas HHO.....	33
<b>Gambar 3.5</b> Dimensi Tabung Penampung Elektrolit.....	34
<b>Gambar 3.6</b> Dimensi Bubbler.....	34
<b>Gambar 3.7</b> Diagram Alir Pembuatan Larutan Elektrolit.....	36
<b>Gambar 3.8</b> Katalis Berupa KOH Sebanyak 30gr.....	37
<b>Gambar 3.9</b> Uji Fungsional Generator HHO.....	37
<b>Gambar 3.10</b> Diagram Alir Pengujian Emisi Gas Buang Tanpa Gas HHO.....	39
<b>Gambar 3.11</b> Diagram Alir Pengujian Performa Kendaraan Tanpa Gas HHO....	40
<b>Gambar 3.12</b> Diagram Alir Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Tanpa Gas HHO.....	41
<b>Gambar 3.13</b> Skema Pemasangan Generator Gas HHO Ke Kendaraan Uji .....	43
<b>Gambar 3.14</b> Skema Pemasangan Selang Generator Ke Filter Udara .....	43
<b>Gambar 3.15</b> Sistem Kelistrikan Pada Generator.....	44
<b>Gambar 3.16</b> Sambungan Kabel Dari Spull Motor Ke Dioda Bridge .....	44
<b>Gambar 3.17</b> Diagram Alir Pengujian Emisi Gas Buang Dengan Gas HHO.....	45
<b>Gambar 3.18</b> Diagram Alir Pengujian Performa Kendaraan Dengan Gas HHO .	46
<b>Gambar 3.19</b> Diagram Alir Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Dengan Gas HHO .....	47
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Hasil Emisi Gas Karbon Monoksida.....	51
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Hasil Emisi Hidrokarbon.....	53
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Hasil Emisi Karbon Dioksida.....	55

<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hasil Emisi Oksigen.....	57
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Nilai <i>AFR Relative</i> ( $\lambda$ ).....	59
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Daya Pada Putaran Tertentu.....	63
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Torsi Pada Putaran Tertentu.....	65
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Daya Dan Torsi .....	66
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan.....	67



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Nilai Kalor Berbagai Bahan Bakar.....	15
<b>Tabel 3.1</b> Spesifikasi Kendaraan Uji .....	31
<b>Tabel 3.2</b> Alat Dan Bahan .....	35
<b>Tabel 3.3</b> Alat Dan Bahan Pemasangan Generator HHO .....	42
<b>Tabel 4.1</b> Pengolahan Data Emisi Gas Buang Kendaraan Sebelum Penambahan Gas HHO.....	48
<b>Tabel 4.2</b> Pengolahan Data Emisi Gas Buang Kendaraan Setelah Penambahan Gas HHO.....	49
<b>Tabel 4.3</b> Rata-rata Emisi Gas Buang Karbon Monoksida .....	50
<b>Tabel 4.4</b> Rata-rata Emisi Gas Buang Hidrokarbon.....	52
<b>Tabel 4.5</b> Rata-rata Emisi Gas Buang Karbon Dioksida.....	54
<b>Tabel 4.6</b> Rata-rata Emisi Gas Buang Oksigen.....	56
<b>Tabel 4.7</b> Rata-rata Nilai AFR Relative ( $\lambda$ ).....	58
<b>Tabel 4.8</b> Pengolahan Data Hasil Pengujian Performa Mesin .....	60
<b>Tabel 4.9</b> Nilai Daya Pada Putaran Tertentu .....	62
<b>Tabel 4.10</b> Nilai Torsi Pada Putaran Tertentu .....	64
<b>Tabel 4.11</b> Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan.....	67
<b>Tabel 4.12</b> Perbandingan Emisi Gas Buang Dengan Literatur 1.....	68
<b>Tabel 4.13</b> Perbandingan Emisi Gas Buang Dengan Literatur 1.....	69