

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH VARIASI LARUTAN ELEKTROLIT  
(NaHCO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, DAN NaCl) TERHADAP PRODUKSI  
GAS HIDROGEN HASIL ELEKTROLISIS H<sub>2</sub>O**

**BIDANG  
KONVERSI ENERGI**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

**ANDREAS JOSSI HANDI PRADANA**

201431002

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS WIDYA KARYA**

**MALANG**

**2021**

**HALAMAN JUDUL**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH VARIASI LARUTAN ELEKTROLIT  
( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , DAN  $\text{NaCl}$ ) TERHADAP PRODUKSI  
GAS HIDROGEN HASIL ELEKTROLISIS  $\text{H}_2\text{O}$**

Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

Andreas Jossi Handi Pradana

201431002

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA**

**MALANG**

**2021**

## LEMBAR PERSETUJUAN

# ANALISIS PENGARUH VARIASI LARUTAN ELEKTROLIT ( $\text{NaHCO}_3$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$ , DAN $\text{NaCl}$ ) TERHADAP PRODUKSI GAS HIDROGEN HASIL ELEKTROLISIS $\text{H}_2\text{O}$

Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Andreas Jossi Handi Pradana

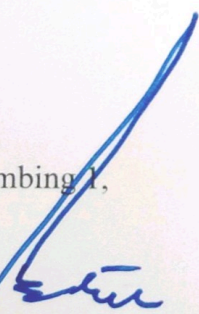
20143002

Telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan  
pada tanggal 14 Juli 2021

Menyetujui,

Komisi Pembimbing

Pembimbing 1,

  
Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T.

NIDN 0712057101

Pembimbing 2,

  
B.C. Putra Mbulu, S.T., M.T.

NIDN 0721088101

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

  
Danang Murdiyanto, ST., M.T.

NIDN 0708017604

Ketua Prodi Teknik Mesin,

  
Antonius Prisma Jalu P, S.Si., M.Si.

NIDN 0723059202

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS PENGARUH VARIASI LARUTAN ELEKTROLIT ( $\text{NaHCO}_3$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$ , DAN $\text{NaCl}$ ) TERHADAP PRODUKSI GAS HIDROGEN HASIL ELEKTROLISIS $\text{H}_2\text{O}$

Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Oleh:  
Andreas Jossi Handi Pradana  
201431002

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 14 Juli 2021  
dan dinyatakan lulus

Menyetujui,  
Komisi Penguji

Penguji 1,

Antonius Prisma Jalu P, S.Si., M.Si.  
NIDN 0723059202

Penguji 2,

Danang Murdivanto, ST., M.T.  
NIDN 0708017604

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Danang Murdivanto, ST., M.T.  
NIDN 0708017604

Ketua Prodi Teknik Mesin,








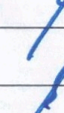
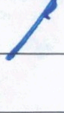


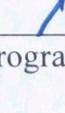

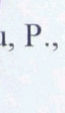
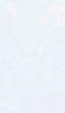
Antonius Prisma Jalu P, S.Si., M.Si.  
NIDN 0723059202

## LEMBAR ASISTENSI

Nama : Andreas Jossi Handi Pradana  
NIM : 201431002  
Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Mesin  
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{NaCl}$ ) Terhadap Produksi Gas Hidrogen Hasil Elektrolisis  $\text{H}_2\text{O}$

Dosen Pembimbing I : Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T.

Jadwal Bimbingan,

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	04-02-2021	Konsultasi Judul Skripsi	
2.	10-02-2021	Konsultasi Perencanaan Generator HHO	
3.	13-03-2021	Perancangan Generator HHO	
4.	15-03-2021	Pembuatan Generator HHO	
5.	22-03-2021	Uji Kebocoran Generator HHO	
6.	30-04-2021	Konsultasi Proposal Skripsi	
7.	11-04-2021	Pengetikan Proposal Skripsi	
8.	24-06-2021	Seminar Proposal	
9.	30-06-2021	Revisi Proposal	
10.	27-02-2021	Pengambilan Data	
11.	01-07-2021	Konsultasi dan pengetikan Hasil Skripsi	
12.	14-07-2021	Seminar Hasil	
13.	17-07-2021	Ujian Komprehensif	

Mengetahui Ketua Program Studi,



Antonius Prisma Jalu, P., S.Si., M.Si.














NIDN 0723059202

## LEMBAR ASISTENSI

Nama : Andreas Jossi Handi Pradana  
NIM : 201431002  
Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Mesin  
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{NaCl}$ ) Terhadap Produksi Gas Hidrogen Hasil Elektrolisis  $\text{H}_2\text{O}$

Dosen Pembimbing II : B.C. Putra Mbulu, S.T., M.T.

Jadwal Bimbingan,

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	01-02-2021	Konsultasi Judul Skripsi	
2.	08-02-2021	Konsultasi Perencanaan Generator HHO	
3.	13-03-2021	Perancangan Generatoe HHO	
4.	15-03-2021	Pembuatan Generator HHO	
5.	22-03-2021	Uji Kebocoran Generator HHO	
6.	30-03-2021	Konsultasi Proposal Skripsi	
7.	11-04-2021	Pengetikan Proposal Skripsi	
8.	24-06-2021	Seminar Proposal	
9.	30-06-2021	Revisi Proposal	
10.	27-02-2021	Pengambilan Data	
11.	01-07-2021	Konsultasi dan pengetikan Hasil Skripsi	
12.	14-07-2021	Seminar Hasil	
13.	17-07-2021	Ujian Komprehensif	

Mengetahui Ketua Program Studi,



Antonius Prisma Jalu, P., S.Si., M.Si.

NIDN 0723059202

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{NaCl}$ ) Terhadap Produksi Gas Hidrogen Hasil Elektrolisis  $\text{H}_2\text{O}$ .” merupakan karya tulis asli:

Nama : Andreas Jossi Handi Pradana  
NIM : 201431002  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Mesin  
Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang

Demikian surat keterangan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Malang, 17 Juli 2021



Andreas Jossi Handi P.

NIM 201431002

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

*“Berusahalah Menghargaila Waktu, Karena Waktu tidak Menunggu Kamu”*  
kata-kata ini menjadi penting bagi saya itu semua karena sangat mencerminkan kehidupan kuliah saya. Setelah membuang banyak waktu yang sebenarnya bisa ditempuh dalam 4 tahun. Semua karena saya tidak menghagai waktu yang telah diberikan untuk menyelesaikan dengan tepat, sehingga saya menyelesaikan skripsi dan lulus dengan banyak cacatan.

Terlepas dari semua itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing saya

1. Untuk kedua orang tua saya yang selalu senantiasa untuk mendoakan saya dan memberi dukungan dan memberi nasihat serta semangat sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Untuk Sr. Theo yang selalu mengingatkan saya untuk menyelesaikan kuliah.
3. Untuk Bapak Tugur Redationo selaku Dosen Pembimbing 1 dan sekaligus dosen wali saya yang selalu rendah hati dan selalu siap membantu dan memberi nasehat kepada saya dalam penulis skripsi ini.
4. Untuk Bapak B. C. Putra Mbulu selaku Dosen Pembimbing II karena telah menjadi penasehat dan teman diskusi yang luar biasa bagi saya. Selalu memberi motivasi dan semangat untuk terus belajar
5. Untuk Bapak Danang Murdiyanto dan Bapak Antonius Prisma yang telah memberi kesempatan dan waktunya selama kuliah.
6. Dosen-dosen Teknik Mesin Universitas Katolik Widya Karya. Pak. Doko Kasmu dan Pak Dani, terima kasih atas pengetahuan yang telah Bapak Berikan selama saya kuliah
7. Teman-teman saya: Novan, Adolf Denny, Febri Valen, Dismas dan Iga yang terus mengejek dan mengingatkan agar cepat selesai.



**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

Nama : Andreas Jossi Handi Padana

NIM : 2014310002

Universitas : Universitas Katolik Widya Karya

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Tempat/Tanggal Lahir : Banyuwangi / 25 November 1995

Alamat : JL. Gading Pesantren Gg IV NO 11 RT.03/RW.01

Nama Orang Tua : Ayah Cornelius Sutaji Wibowo  
Ibu Maria Asumta Miswati

Riwayat Pendidikan : SD SD Negeri 1 Karetan  
SMP SMPK St. Agustinus  
SMK SMAK Hikmah Mandala



## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kepada Tuhan karena berkat rahmat-Nya maka skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Terdapat banyak masalah saat proses menyelesaikan penelitian ini, namun berkat bantuan serta bimbingan dari banyak pihak, maka masalah tersebut akhirnya dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Fr. Dr. Klemens Mere, S.E., M.Pd., M.M., M.H., M.A.P., BHK. Selaku Rektor Universitas Katolik Widya Karya, Malang.
2. Bapak Danang Murdiyanto, ST., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Karya, Malang dan sebagai Dosen Penguji 2.
3. Bapak Antonius Prisma Jalu P, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Katolik Widya Karya, Malang dan sebagai Dosen Penguji 1 skripsi.
4. Bapak Dr. Nereus Tugur Redationo, S. T., M. T. selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi
5. Bapak B.C. Putra Mbulu, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Universitas Katolik Widya Karya, Malang.
6. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral serta dukungan moril.
7. Teman-teman Teknik Mesin yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi.

Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya skripsi ini serta dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan mempelajarinya.

Malang, 17 Juli 2021

Penyusun

## **ABSTRAK**

Pada era saat ini banyak orang berlomba—lomba untuk mengembangkan suatu energi terbarukan untuk menggantikan sumber energi alam yang mulai menipis. Berdasarkan perkembangan saat ini penulis ikut berpartisipasi dalam perkembangan energi terbarukan dengan cara membuat hidrogen dengan sumber energi dari air ( $H_2O$ ) melalui proses elektrolisis dengan menggunakan generator HHO tipe *dry cell*. Penelitian dilakukan menggunakan perbandingan mol zat terlarut dan zat pelarut ( $H_2O$ ) yaitu 1:12 untuk setiap larutan elektrolit dan sensor MQ-2 untuk mengukur konsentrasi gas hidrogennya. Variabel tetap pada penelitian ini adalah 240 ml air dan 15volt daya listrik, variabel bebas yaitu jumlah NaCl,  $CH_3COOH$  dan  $NaHCO_3$  yang dilarutkan kedalam 240 ml air sebagai elektrolit. Dari variasi larutan elektrolit (NaCl,  $CH_3COOH$  dan  $NaHCO_3$ ) mendapatkan data nilai konsentrasi gas hidrogen dan luasan nyala api. Setelah di lakukan penelitian menghasilkan data nilai konsentrasi gas hidrogen NaCl sebesar 891,0 ppm dengan luas nyala api  $12,64\text{ mm}^2$ , nilai konsentrasi gas hidrogen  $CH_3COOH$  sebesar 917,33 ppm dengan luas nyala api  $16,46\text{ mm}^2$  dan nilai konsentrasi gas hidrogen  $NaHCO_3$  sebesar 980,67 ppm dengan luas nyala api  $17,47\text{ mm}^2$ . Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, diperoleh hasil larutan elektrolit terbaik dalam menghasilkan gas hidrogen adalah  $NaHCO_3$  dengan nilai konsentrasi gas hidrogen sebesar 980,67 ppm dengan luas nyala api  $17,47\text{ mm}^2$ .

Kata kunci: Larutan Elektrolit, Produksi Gas Hidrogen, Nyala Api.

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR ASISTENSI</b> .....	iv
<b>LEMBAR ASISTENSI</b> .....	v
<b>SURAT PERNYATAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	vi
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>ABSTRAK</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penyusun Skripsi .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Elektrolisis.....	4
2.3 Elektrolisis H <sub>2</sub> O.....	5
2.4 Air.....	7
2.5 Hidrogen.....	8
2.5.1 Karakteristik Gas Hidrogen.....	9
2.6 Elektrolit.....	9
2.7 Penyetaraan Reaksi Pada Proses Elektrolisis .....	10

2.7.1	Larutan NaCl.....	10
2.7.2	Larutan CH <sub>3</sub> COOH.....	11
2.7.3	Larutan NaHCO <sub>3</sub> .....	11
2.8	Elektroda .....	12
2.8.1	Deret Volta.....	13
2.8.2	Elektroda <i>Stainlises Steel</i> .....	13
2.9	Teknologi <i>Oxyhydrogen</i> .....	14
2.9.1	<i>Oxyhydrogen gas Torch Welding</i> .....	17
2.10	Pembakaran .....	17
2.11	Nyala Api ( <i>Flame</i> ).....	18
2.12	Warna Api .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>22</b>
3.1	Deskripsi Penelitian.....	22
3.2	Hipotesis.....	23
3.3	Rancangan Penelitan .....	23
3.3.1	Rancangan Rangkaian Alat.....	24
3.3.2	Rancangan Generator HHO .....	25
3.4	Lokasi Penelitian .....	28
3.5	Waktu Pelaksanaan.....	28
3.6	Jenis Penelitian .....	28
3.7	Variabel Penelitian .....	29
3.8	Prosedur Penelitian.....	30
3.8.1	Pengujian Sampel.....	30
3.8.2	Pengambilan dan Pengolahan Data.....	30
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>		<b>34</b>
4.1	Pengolahan Data dan Pembahasan .....	34
4.1.1	Perbandingan Produksi Gas Hidrogen .....	35
4.1.2	Perbandingan Nilai Konsentrasi Gas Hidrogen.....	41
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>46</b>
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>49</b>

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 *Electrolizer* ..... 5

Gambar 2.2 Proses Elektrolisis Air ..... 6

Gambar 2.3 Gaya Tarik-Menarik Antara Molekul Air ..... 8

Gambar 2.4 Teknologi *Oxyhydrogen* ..... 15

Gambar 2.5 Generator Hidrogen Tipe Kering ..... 16

Gambar 2.6 Generator Hidrogen Tipe Basah ..... 16

Gambar 2.7 *Oxyhydrogen Gas Torch Welding* ..... 17

Gambar 2.8 Teori Segitiga Api ..... 18

Gambar 2.9 Nyala Api Merah ..... 19

Gambar 2.10 Nyala Api Oranye atau Jingga ..... 20

Gambar 2.11 Nyala Api Kuning ..... 20

Gambar 2.12 Nyala Api Biru ..... 21

Gambar 2.13 Nyala Api Putih ..... 21

Gambar 3.1 *Flow Chart* Penelitian ..... 23

Gambar 3.2 Rangkaian Alat ..... 24

Gambar 3.3 Desain Generator HHO ..... 25

Gambar 3.4 Dimensi *Cover* Generator ..... 26

Gambar 3.5 Dimensi Pelat Katoda dan Anoda ..... 26

Gambar 3.6 Dimensi Pelat Netral ..... 27

Gambar 3.7 Dimensi *Rubber Gasket* Pemisah *Cover* Dengan Pelat ..... 27

Gambar 3.8 Dimensi *Rubber Gasket* Pemisah Pelat Pengan Pelat ..... 28

Gambar 4.1 Pengukuran Luas Nyala Api ..... 35

Gambar 4.2 Nyala Api Pembakaran Hidrogen yang dihasilkan Larutan .....41

Gambar 4.3 Endapan Hasil Elektrolisis Larutan Elektrolit ..... 44

Gamabr 4.4 Kerusakan pada Pelat Anoda dan Katoda serta Pelat Netral ..... 45



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Sifat Fisis Air .....	8
Tabel 2.2 Sifat Fisik Gas Hidrogen .....	9
Tabel 2.3 Sifat Daya Hantar Listrik Elektrolit dalam Larutan .....	9
Tabel 3.1 Luas Nyala Api yang dihasilkan dari Larutan Elektrolit .....	30
Tabel 3.2 Rata-rata Konsentrasi Gas Hidrogen Larutan Elektrolit .....	31
Tabel 4.1 Luas Nyala Api yang dihasilkan dari Larutan Elektrolit .....	36
Tabel 4.2 Rata-rata Luas Warna Api untuk Setiap Larutan Elektrolit .....	38
Tabel 4.3 Rata-rata Konsentrasi Gas Hidrogen Larutan Elektrolit .....	44
Tabel 4.4 Kelebihan dan Kekurangan Setiap Larutan .....	45





**DAFTAR GRAFIK**

Grafik 3.1 Contoh Rancangan Grafik Rata-rata Luasan Nyala Api ..... 31

Grafik 3.2 Contoh Rancangan grafik perbandingan warna api yang dihasilkan  
dari Larutan ..... 32

Grafik 3.3 Rancangan Perubahan Nilai Rata-rata Konsentrasi Gas Hidrogen pada  
Larutan Terhadap Waktu ..... 33

Grafik 4.1 Perubahan Luas Nyala Api ..... 36

Grafif 4.2 Rata-rata Luasan Nyala Api ..... 37

Grafif 4.3 Rata-rata Luas Warna Api dari Larutan Elektrolit ..... 38

Grafif 4.4 Perubahan Nilai Rata-rata Konsentrasi Gas Hidrogen pada Larutan  
Terhadap Waktu ..... 42

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran-1 ppm Gas Hidrogen Menggunakan Aquadest (H <sub>2</sub> O).....	49
Lampiran-2 ppm Gas Hidrogen Menggunakan Larutan NaCl .....	64
Lampiran-3 ppm Gas Hidrogen Menggunakan Larutan CH <sub>3</sub> COOH .....	79
Lampiran-4 ppm Gas Hidrogen Menggunakan Larutan NaHCO <sub>3</sub> .....	94
Lampiran-5 Luas Nyala Api yang dihasilkan dari Elektrolisis Larutan NaCl .....	109
Lampiran-6 Luas Nyala Api yang dihasilkan dari elektrolisis larutan CH <sub>3</sub> COOH .....	112
Lampiran-7 Luas Nyala Api Yang dihasilkan dari Elektrolisis Larutan NaHCO <sub>3</sub> .....	115
Lampiran-8 Grafik Luas Warna Api Dari Uji Pembakaran Gas Hidrogen Hasil Elektrolisis Larutan Elektrolita .....	118
Lampiran-9 Foto Nyala Api Pembakaran gas Hidrogen yang dihasilkan Larutan NaCl .....	120
Lampiran-10 Foto Nyala Api Pembakaran gas Hidrogen yang dihasilkan Larutan CH <sub>3</sub> COOH .....	124
Lampiran-11 Foto Nyala Api Pembakaran gas Hidrogen yang dihasilkan Larutan NaHCO <sub>3</sub> .....	128
Lampiran-12 Gambar Kerja Generator HHO .....	132