

**PENGARUH VARIASI DIAMETER LUBANG DAN BENTUK
PERMUKAAN PADA ELEKTODA TERHADAP PRODUKSI GAS
BROWN TIPE *DRY CELL***

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**YUNUS KHOLIS ROMADHON
NIM. 145060200111042**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI DIAMETER LUBANG DAN BENTUK PERMUKAAN PADA ELEKTRODA TERHADAP PRODUKSI GAS BROWN TIPE *DRY CELL*

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik



YUNUS KHOLIS ROMADHON
NIM. 145060200111042

Skrripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada tanggal 18 Juli 2018

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng. Denny Widhiyanuriyawan, ST., MT.
NIP 19760113 200012 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Redi Bintarto, ST., M.Eng. Pract
NIP 20160781 1024 1 001

Mengetahui,
KETUA PROGRAM STUDI S1

Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.
NIP 19740930 200012 1 001



JUDUL SKRIPSI:

PENGARUH VARIASI DIAMETER LUBANG DAN BENTUK PERMUKAAN PADA ELEKTRODA TERHADAP PRODUKSI GAS BROWN TIPE *DRY CELL*

Nama Mahasiswa : Yunus Kholis Romadhon

NIM : 145060200111042

Program Studi : Teknik Mesin

Minat : Teknik Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING

Pembimbing I : Dr. Eng. Denny Widhiyanuriyawan, ST., MT.

Pembimbing II : Redi Bintarto, ST., M.Eng. Pract

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.

Dosen Penguji 2 : Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.

Dosen Penguji 3 : Haslinda Kusumaningsih, ST., M.Eng.

Tanggal Ujian : 9 Juli 2018

SK Penguji : 1388/UN10.F07/SK/2018

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang, 20 Juli 2018

Mahasiswa,



Yunus Kholis Romadhon
NIM. 145060200111042



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 126/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

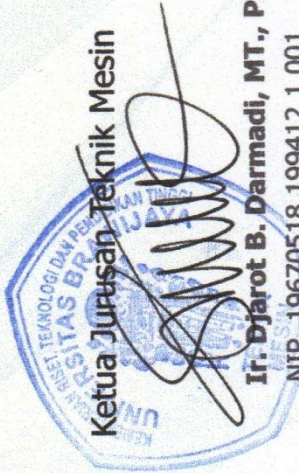
YUNUS KHOLIS ROMADHON

Dengan Judul Skripsi :

**PENGARUH VARIASI DIAMETER LUBANG DAN BENTUK PERMUKAAN ELEKTRODA
TERHADAP PRODUKSI GAS BROWN TIPE DRY CELL**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal **18 JULI 2018**

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D
NIP. 19670518 199412 1 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin

Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.
NIP. 19740930 200012 1 001

*Teriring Ucapan Terimakasih Untuk
Abah, Umi dan Saudara/i tercinta
Atas Dukungan dan Doa Selama Ini*

RINGKASAN

Yunus Kholis Romadhon, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Mei 2018, Pengaruh Variasi Diameter Lubang dan Bentuk Permukaan pada Elektroda Terhadap Produksi Gas Brown Tipe *Dry Cell* , Dosen Pembimbing : Dr.Eng. Denny Widhiyanuriyawan, ST., MT. dan Redi Bintarto, S.T., M.Eng.Pract.

Gas Brown merupakan salah energi alternatif yang didapat dimanfaatkan dan didapat melalui proses elektrolisis air. Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi oksigen (O_2) dan gas hidrogen (H_2) dengan menggunakan arus listrik yang dialirkan pada elektroda. Alat yang digunakan untuk memproduksi Brown's gas dengan cara melakukan proses elektrolisis air disebut Generator HHO. Terdapat 2 jenis tipe generator HHO yaitu *wet cell* dan *dry cell*. Salah Satu faktor cepat atau tidaknya reaksi kimia adalah luas kontak antara molekul yang akan bereaksi. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan Generator HHO tipe *dry cell* dengan diameter lubang elektroda 5 mm 8 mm, 10 mm, dan 12 mm serta terdapat variasi bentuk yakni persegi, lingkaran, silang dan tanpa bentuk (polos) . Tebal celah elektroda yang digunakan adalah 1.5mm kecuali pada bagian elektroda dan pelat netral menggunakan 3 mm. Arus listrik yang digunakan adalah DC 10 A, volume air pada larutan elektrolit sebesar 2,5 liter, dan persentase fraksi massa katalis NaOH sebesar 1,77% atau 45 gram. Hasil penelitian ini adalah produktivitas brown's gas tertinggi terdapat ada pada lubang elektroda diameter 8 mm dengan bentuk silang dan persegi mencapai 0.0200 l/s. Sementara produksi gas HHO terendah ada pada elektroda polos diameter 12 mm yang hanya mampu produksi sebesar 0.0187 l/s. Efisiensi Generator HHO tertinggi terdapat pada elektroda polos dengan diameter lubang 10 mm yakni mencapai 73,796 % . Sementara efisiensi terendah ada pada bentuk silang dengan diameter lubang 5 mm sebesar 67,82 %.

Kata Kunci: Energi Alternatif, Elektrolisis air, Produksi gas brown, Generator HHO, Diameter Lubang Elektroda, Bentuk Permukaan Elektroda

SUMMARY

Yunus Kholis Romadhon, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, Mei 2018, Material and Gap Electrode Variations on Brown's Gas Production Dry cell Type, Academic Supervisor: Dr.Eng. Denny Widhiyanuriyawan, ST., MT. and Redi Bintarto, S.T., M.Eng.Pract.

Brown gas is one of alternative energy that can be obtained by water electrolysis process. Water electrolysis is the process of water decomposition (H_2O) into oxygen (O_2) and hydrogen gas (H_2) by using the electric current flowed on the electrode. the device used to conduct a water electrolysis process is called an HHO Generator. There are two types of HHO generator types: wet type and dry cell. One of the factors affecting the rate of chemical reaction is the area of contact between the molecules that will react. Therefore, this research uses dry cell HHO generator with variation of electrode's hole dimension which are 5 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm and there are variations of shape which are square-shape, circle-shape, cross-shape and without shape (plain). the size of the electrode gap is 1.5mm except on the electrode and the neutral plate that use 3 mm gap size. The electric current used is DC 10 A, the water volume in the electrolyte solution is 2.5 liters, and the percentage of NaOH catalyst mass mass is 1.77% or 45 gram. The result of the research shows that the highest productivity of brown's gas is found in 8 mm holes diameter with cross-shape and square-shape which are reaching 0.0200 l / s. While the lowest HHO gas production is on a plain-shape with 12 mm holes diameter that only produce 0.0187 l / s. The highest efficiency of HHO Generator is found in plain electrode with 10 mm holes diameter which reach 73,796%. While the lowest efficiency is in the cross-shape with 5mm holes diameter of 67.82%.

Keywords: Alternative Energy, Water Electrolysis, Gas Brown Production, HHO Generator, Diameter of Electrode Hole, Surface Electrode Shape

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan kasih sayangnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Diameter Lubang dan Bentuk Permukaan pada Elektroda Terhadap Produksi Gas Brown Tipe *Dry Cell*” ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini telah dibantu oleh banyak pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini :

1. Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D., selaku Sekertaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT., selaku Ketua Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Dr.Eng. Widya Wijayanti, ST., MT., selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Teknik Konversi Energi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
5. Dr.Eng. Denny Widhiyanuriyawan, ST., MT, selaku dosen pembimbing I skripsi yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi selama penyusunan proses skripsi.
6. Redi Bintarto, ST., M.Eng.Pract., selaku dosen pembimbing II skripsi yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, koreksi dan motivasi selama penyusunan laporan skripsi.
7. Bayu Satria Wardana, ST., M.Eng., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi dan bimbingan terkait akademik selama kuliah di Teknik Mesin.
8. Terimakasih kepada kedua orang tua saya Imam Jauhari dan Diyana Fajriyah yang selalu memotivasi, memberikan kasih sayang, doa, nasehat, dan dukungan moral maupun materil yang diberikan selama ini.
9. Kepada Mbak Sidna, Mbak Inun, Dhiya', Nibros, Zaim, Naswa, Mas Damas, Mas Bayu dan Taqiyya yang telah memberi semangat dan selalu mau repotkan mengenai kesibukanku.
10. Seluruh Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan yang sangat mendukung selama penyusunan skripsi ini.

11. Seluruh Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah banyak membantu dalam pengurusan administrasi.
12. Kepada mas-mas dan mbak Laboratorium Tenaga Surya dan Energi Alternatif Mas Thowil, Mas Fahmi, Mas Beni dan Mas Agung yang terus memberikan masukan dan dukungan meski sudah bekerja diluar Malang.
13. Rekan-rekan Asisten Laboratorium Tenaga Surya dan Energi Alternatif Pram, Janitra, Husni, Fakhri, Arif, Fahrijal dan Tari yang sudah membantu dalam pengambilan data skripsi.
14. Teman-teman mesin angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat, motivasi, serta seluruh dukungan yang diberikan.
15. Saudara Farhan, Dwiki, Imam dan Falih selaku teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan permasalahan.
16. Teman-teman KBM Al-Hadiid FT-UB khususnya yang selalu bikin rame meski sedang pusing tentang skripsi.
17. Rekan-rekan Majelis Syuro KBM Al-Hadiid 2017 atas semangatnya meski lebih dahulu lulus tapi selalu mendukung.
18. Seluruh pihak terkait yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis menerima segala kritik yang bersifat membangun di kemudian hari. Akhirnya penulis berharap semoga penulisan skripsi bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Air.....	7
2.2.1 Hidrogen.....	7
2.2.2 Oksigen.....	8
2.3 <i>Brown's Gas</i>	9
2.4 Metode Produksi Hidrogen.....	9
2.5 Elektrolisis Air.....	11
2.6 Larutan Elektrolit.....	12
2.6.1 Katalisator.....	12
2.6.2 NaOH.....	13
2.6.3 Fraksi Massa Katalis.....	13
2.7 Generator HHO	14
2.7.1 Tipe Generator HHO	14
2.7.1.1 <i>Dry Cell</i> (Tipe Kering)	14
2.7.1.2 <i>Wet Cell</i> (Tipe Basah)	15
2.7.2 Komponen Penyusun Generator HHO	16
2.7.2.1 Elektroda.....	16

2.7.2.2 Pelat Netral	18
2.7.2.3 Celah Elektroda (Karet O-ring)	18
2.7.2.4 Casing	18
2.7.3 Parameter Kerja Generator HHO	19
2.8 Hipotesa	22
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	23
3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	23
3.3 Variabel Penelitian	23
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	24
3.4.1 Alat Penelitian	24
3.4.2 Bahan Penelitian	31
3.5 Instalasi Penelitian	31
3.6 Prosedur Penelitian	32
3.7 Prosedur Pembuatan Generator HHO	32
3.8 Pelaksanaan Penelitian	33
3.9 Diagram Alir Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Data	37
4.1.1 Contoh Perhitungan Data	37
4.2 Grafik dan Pembahasan	39
4.2.1 Grafik Hubungan Antara Daya Terhadap Diameter Lubang Elektroda	39
4.2.2 Grafik Hubungan Antara Produktivitas Terhadap Diameter Lubang Elektroda	41
4.2.3 Grafik Hubungan Antara Efisiensi Terhadap Diameter Lubang Elektroda	43
4.2.4 Grafik Hubungan Antara Suhu Terhadap Diameter Lubang Elektroda	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	<i>Properties od Hydrogen</i>	8
Tabel 3.1	Kandungan <i>Stainless Steel</i> 304L.....	25
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Generator HHO dengan Diameter Lubang 5 mm dan Bentuk Permukaan 2 Persegi Panjang	37
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Luas Permukaan Masing-Masing Elektroda	40

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Ikatan antar molekul air	7
Gambar 2.2	Molekul Hidrogen.....	8
Gambar 2.3	Model atom oksigen.....	9
Gambar 2.4	Elektrolisis air	12
Gambar 2.5	(a) Elektroda generator HHO tipe <i>wet cell</i>	15
	(b) Konstruksi generator HHO tipe <i>wet well</i>	15
Gambar 2.6	Komposisi material <i>stainless steel</i>	16
Gambar 3.1	Komponen penyusun generator HHO.....	24
Gambar 3.2	<i>Assembly</i> bagian-bagian penyusun generator HHO	25
Gambar 3.3	(a) Desain elektroda polos.....	26
	(b) Desain elektroda 2 persegi panjang.....	26
	(c) Desain elektroda lingkaran	26
	(d) Desain elektroda silang	26
Gambar 3.4	Desain pelat netral dan plat sisi.....	26
Gambar 3.5	<i>Power supply</i> dan kabel	27
Gambar 3.6	Tabung ukur volume	28
Gambar 3.7	<i>Digital Multimeter</i>	29
Gambar 3.8	Arduino nano dan sensor suhu	30
Gambar 3.9	Instalasi Penelitian	31
Gambar 4.1	Hubungan antara daya terhadap diameter lubang elektroda.....	39
Gambar 4.2	Desain bentuk permukaan elektroda	40
Gambar 4.3	<i>Losses energy</i> pada pelat elektroda.....	41
Gambar 4.4	Hubungan antara produktivitas terhadap diameter lubang elektroda	41
Gambar 4.5	Terdapat bagian yang tidak terendam larutan elektrolit (bagian atas).....	42
Gambar 4.6	Hubungan antara efisiensi terhadap diameter lubang elektroda.....	43
Gambar 4.7	Terdapat Na^+ pada pelat elektroda.....	43
Gambar 4.8	Bekas pengeleman yang menghalangi proses elektrolisis	44
Gambar 4.9	Grafik hubungan T1 (Suhu elektroda) dan waktu	44
Gambar 4.10	Grafik hubungan T2 (Suhu pelat netral) dan waktu.....	45
Gambar 4.11	Grafik hubungan T3 (Suhu elektrolit keluar) dan waktu.....	46