

TESIS

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN
PROTEKSI PRODUKSI HIDROGEN PADA
*GENERATOR HHO DRY CELL***



**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan
Pada Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya**

**ROBBY SETIADI
0621 5044 3040**

**PROGRAM MAGISTER TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

202

HALAMAN PENGESAHAN


TESIS

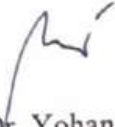
RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN PROTEKSI HIDROGEN PADA *GENERATOR HHO DRY CELL*

OLEH :
ROBBY SETIADI
062150443040

Palembang, Juli 2023
Menyetujui,
Pembimbing II,

Pembimbing I,


Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.
NIP.196812041997031001


Prof. Dr. Yohandri Bow, ST., MS.
NIP. 197110231994031002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Magister Terapan



Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si. IPM
NIP.196711191993032003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Proteksi Produksi Hidrogen Pada *Generator HHO Dry Cell*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya pada tanggal 29 Juli 2023.

Palembang, 29 Juli 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis

Ketua:

Carlos, RS, S.T., M.T.
NIP 196403011989031003

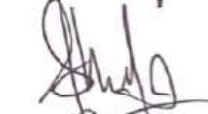
()

Anggota:

1. Dr. RD. Kusumanto, S.T., MM.
NIP 196603111992031004

()

2. Dr. Phil. Fatahul Arifin, ST., Dipl., Eng., EPD., MEngSc. (
NIP 197201011998021004

()

3. Dr. Eng. Tresna Dewi, ST., M. Eng
NIP 197711252000032001

()

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Magister Terapan



Prof. Dr. W. RUSDIANASARI, M.Si.
NIP. 196711191993032003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Robby Setiadi**
NPM : 062150443040
Judul Tesis : **Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Proteksi Produksi Hidrogen Pada *Generator HHO Dry Cell***

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2023



Robby Setiadi
NPM 062150443040

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Robby Setiadi**

NPM : 062150443040

Judul Tesis : **Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Proteksi Produksi Hidrogen Pada *Generator HHO Dry Cell***

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2023



Robby Setiadi
NPM 062150443040

\\

Motto dan Persembahan

“Sebaik-baik Manusia adalah Manusia yang dapat memanusiaakan Manusia”

“Semakin kamu belajar dan semakin kamu tahu, maka kamu akan semakin sadar jika pada awalnya kamu tidak tahu apa-apa”

“Semakin banyak ilmu maka kamu akan semakin jujur, karena kebohongan hanya akan menyelamatkanmu sementara”

“Belajarlah meski kamu tahu jika mencari ilmu itu membosankan, beribadahlah meski kamu tahu mempertahankan keimanan itu membosankan dibandingkan mencari aman. Hingga pada akhirnya kamu bisa memposisikan ilmumu dibelakang keimananmu”

Karya ini kupersembahkan kepada :

- *ALLAH SWT*
- *Keluarga besarku yang menjadi sumber penyemangat utama dalam penyelesaian tugas ini, khususnya kedua orang tuaku, Ayahanda Habibullah dan Ibunda Yuliam yang selalu ada dan konsisten dalam menanamkan harapan dan doa untuk masa depanku*
- *Seluruh dosen Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan dan terkhusus kepada kedua dosen pembimbingku, Bapak Dr. Ing Ahmad Taqwa, M.T dan Bapak Prof. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S yang selalu memberikan dukungan moril dan sumbangsih dalam penyelesaian Laporan Tesis ini*
- *Teman-teman dan kakak-kakak senior kelas EGT Angkatan 2021*
- *Politeknik Negeri Sriwijaya*

RIWAYAT HIDUP



Robby Setiadi, lahir pada tanggal 07 Desember 1995, di Palembang, Sumatera Selatan. Penulis pertama kali masuk pendidikan formal di SD Negeri 228 Palembang, Sumatera Selatan. Setelah lulus dari Sekolah Dasar penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 12 Palembang dan selesai pada tahun 2011. Setelah lulus dari SMP, penulis melanjutkan ke jenjang SMA di SMA Negeri 9 Palembang dan selesai pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan D-III Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi dan selesai pada tahun 2017, di Tahun 2019 Penulis melanjutkan studi D-IV Teknik Elektro di Politeknik Negeri Sriwijaya dan selesai pada tahun 2021. Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan di Politeknik Negeri Sriwijaya.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN PROTEKSI PRODUKSI HIDROGEN PADA *GENERATOR HHO DRY CELL*

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 29 Juli 2023

Robby Setiadi; dibimbing oleh Ahmad Taqwa dan Yohandri Bow

Design Of Hydrogen Production Monitoring And Protection System In HHO Dry Cell
Generator

xvii + 71 halaman, 18 tabel, 33 gambar, 9 lampiran

Dalam rangka memenuhi kebutuhan energi yang semakin hari semakin meningkat untuk menunjang aktivitas yang dilakukan yang bertolak belakang dengan ketersediaan energi yang ada pada saat ini yang masih bergantung pada sumber yang tidak dapat diperbaharui, maka dilakukan penelitian mengenai potensi terhadap produksi energi yang dapat diperbarui, salah satu contoh sumber energi yang dapat diproduksi secara terus menerus adalah air. Di dalam air terdapat unsur hidrogen yang memiliki sifat yang sangat mudah terbakar, hal ini dapat dijadikan peluang untuk memperoleh bahan bakar yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Untuk memperoleh unsur hidrogen dari air maka dilakukan proses pemisahan unsur dari air tersebut, salah satu metode yang dapat digunakan adalah elektrolisis. Karena hidrogen merupakan unsur yang mudah terbakar, maka proses produksi hidrogen perlu memperhatikan tingkat keamanan yang sangat tinggi, hal ini disebabkan oleh karakteristiknya yang tidak berbau dan sangat sulit dideteksi oleh indera manusia apabila terjadi kebocoran pada sistem produksinya. Untuk menjamin keamanan pada peralatan, maka dibutuhkan suatu sistem *monitoring* dan proteksi untuk menjamin keamanan pada proses produksi peralatan ini, namun saat ini peralatan yang ada di pasar masih relatif tergolong mahal. Penelitian ini berfokus untuk merancang alat yang mampu memonitor, memproteksi hingga mampu mengontrol peralatan yang terhubung dengan media *internet of things* sehingga pengguna dapat menerima informasi mengenai peralatan dari jarak jauh. Dalam penelitian ini digunakan *Generator HHO Tipe Dry Cell*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor-sensor yang terpasang untuk mendukung sistem *monitoring* dan proteksi mampu memproteksi peralatan saat terjadi abnormalitas pada parameter dengan memutuskan suplai tegangan dan arus listrik dengan tingkat keakurasian pembacaan sensor terhadap alat ukur dengan persentase *error* tertinggi sebesar 0,86%.

Kata Kunci : Hidrogen, *Monitoring*, Proteksi, *Internet Of Things*

Sitasi: 49 (1978-2023)

ABSTRACT

DESIGN OF HYDROGEN PRODUCTION MONITORING AND PROTECTION SYSTEM IN HHO DRY CELL GENERATOR

Scientific Paper in the form of Final Project, 29 July 2023

Robby Setiadi; supervised by Ahmad Taqwa and Yohandri Bow

Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Proteksi Produksi Hidrogen Pada Generator HHO Dry Cell

xvii + 71 pages, 18 table, 33 pictures, 9 attachments

In order to meet the increasing demand for energy to support the activities carried out, which are contrary to the current energy availability depending on non-renewable sources, research is being conducted on the potential for renewable energy production. One example of an energy source that can be produced continuously is water. In water, there is the element hydrogen, which has highly flammable properties, making it an opportunity to obtain environmentally friendly and renewable fuels. To obtain elemental hydrogen from water, a process of separating elements from water is carried out, and one of the methods that can be used is electrolysis. Because hydrogen is a flammable element with odorless characteristics, the hydrogen production process needs to pay very high attention to security since it is very difficult to detect leaks in the production system with human senses. To guarantee the safety of the equipment, a monitoring and protection system is needed to ensure safety in the production process of this equipment. However, currently, the equipment on the market is still relatively expensive. This research focuses on designing tools that are able to monitor, protect, and control equipment connected to the internet of things media, allowing users to receive information about the equipment remotely. In this study, a Dry Cell Type HHO Generator was used. The results showed that the sensors installed to support the monitoring and protection system were able to protect the equipment when an abnormality occurred in the parameters by cutting off the supply of voltage and electric current. Level of accuracy of sensor readings compared to measuring instruments showed the highest error percentage of 0.86%.

Keywords : Hydrogen, Monitoring, Protection, Internet Of Things
Citations: 49 (1978 – 2023)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “**Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Proteksi Produksi Hidrogen Pada *Generator HHO Dry Cell***”.

Adapun tujuan dari penulisan Tesis ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Magister Terapan di Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak berupa bimbingan, petunjuk, keterangan, dan data, baik yang diberikan secara tertulis maupun secara lisan. Oleh sebab itu, dalam kesempatan ini, dengan tulus dan ikhlas penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan kesempatan yang telah diberikan oleh berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini. Maka dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. **Dr. Ing. Ahmad Taqwa.,M.T.** selaku dosen pembimbing I dalam penulisan Laporan Kemajuan Tesis ini. Penulis mengucapkan terima kasih atas kritik dan saran yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan lebih baik.
2. **Prof. Dr. Yohandri Bow, ST., MS.** selaku dosen pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu untuk konsultasi mengenai penyelesaian laporan ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung serta membantu hingga Laporan Kemajuan Tesis ini dapat diselesaikan, terutama kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa.,M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
2. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
3. Seluruh staf pengajar dan instruktur Program Studi Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

4. Kedua Orang tua saya, Ayahanda Habibullah dan Ibunda Yuliam serta saudara-saudara saya Andhika Saputra dan Frans Asmara yang selalu mendo'akan dan memberikan banyak motivasi secara moril dan materil.
5. Seluruh teman-teman dan kakak-kakak senior Kelas EGT Angkatan 2021.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis demi kebaikan dan kesempurnaan penyusunan Tesis di masa yang akan datang.

Pada akhirnya penulis menyampaikan permintaan maaf yang setulus-tulusnya dan kepada Allah SWT mohon ampun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan referensi bagi semua pihak khususnya mahasiswa Program Studi Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan.

Palembang, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENYATAAN INTEGRITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesa	4
1.6 <i>Novelty</i>	4
1.7 Kerangka Pikir Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Definisi Hidrogen	7
2.1.1 Kegunaan Hidrogen	8
2.1.2 Sifat Hidrogen Sebagai Bahan Bakar	8
2.2 Segitiga Api	8
2.2.1 <i>Explosive Limit</i> Pada Hidrogen	10
2.3 Elektrolisis	11
2.3.1 Komponen Elektrolisis	12
2.3.2 Faktor Yang Mempengaruhi Elektrolisis	14
2.4 Sensor Hidrogen	17
2.5 Sensor Oksigen	18
2.6 Sensor Temperatur dan Kelembaban Udara	19
2.7 Sensor Tekanan Udara	20
2.8 Sensor <i>Level</i>	22
2.9 Pompa Air	23
2.10 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	24
2.11 <i>Power Supply</i>	25
2.12 Modul <i>Step Down</i> LM 2596	26
2.13 <i>Relay</i>	26
2.14 NodeMCU ESP12E (ESP8266)	27

2.15	<i>Internet of Things</i>	28
2.15.1	Cara Kerja <i>Internet of Things</i>	28
2.15.2	Implementasi <i>Internet of Things</i>	29
2.16	<i>Blynk</i>	30
2.17	<i>State of The Art</i> Penelitian	31
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1	Jenis Penelitian	37
3.2	Variabel Penelitian	37
3.3	Metode Pengumpulan Data	37
3.4	Metode Analisis Data	38
3.5	Tempat Dan Waktu Penelitian	40
3.6	Pendekatan Desain Fungsional	40
3.7	Pendekatan Desain Struktural	42
3.8	Alat dan Bahan	45
3.9	Prosedur Penelitian	46
3.9.1	Perancangan Alat	46
3.9.2	Prosedur Pengoperasian Peralatan	46
3.9.3	Pengujian Pembacaan Parameter Gas	47
3.10	Diagram Alir Penelitian	48
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1	Hasil Perancangan Peralatan	49
4.2	Hasil Pengujian Performa Sensor	54
4.2.1	Hasil Pengujian <i>Setting Range Limit</i> Proteksi dan Tampilan Notifikasi	55
4.2.2	Hasil Pengujian Otomatisasi Pompa	58
4.2.3	Hasil Pengujian Pengontrolan Peralatan	59
4.3	Pembahasan	61
4.3.1	Keakurasian Pembacaan Sensor	61
4.3.2	Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Produksi Hidrogen Dan Oksigen Serta Kenaikan Temperatur	66
BAB V	KESIMPULAN	70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	71
	DAFTAR PUSTAKA	72
	LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Karakteristik Gas Hidrogen	7
2.2	Tabel Reaksi Katoda dan Anoda Pada Elektrolisis	11
2.3	Karakteristik Sensor Hidrogen MQ-8	17
2.4	Spesifikasi Sensor DF Robot <i>Gravity</i>	19
2.5	Spesifikasi Sensor Tekanan HK1100C	21
2.6	Spesifikasi Sensor <i>Level</i> XKC-Y25-T12V	22
2.7	Penerapan IoT Dalam Berbagai Bidang	30
2.8	Tabel <i>State of The Art</i>	32
3.1	Kondisi Sinyal Suplai Air Ke Tandon	41
3.2	Alat dan Bahan	45
4.1	Pengujian Sistem <i>Monitoring</i> dan Proteksi	52
4.2	Pengujian <i>Setting Range Limit</i> Proteksi Dan Tampilan Notifikasi	56
4.3	Pengujian Otomatisasi Pompa	58
4.4	Pengujian Pengontrolan Peralatan	60
4.5	Pembacaan Sensor Dan Alat Ukur Pada Konsentrasi Oksigen	62
4.6	Pembacaan Sensor Dan Alat Ukur Pada <i>Pressure</i> Hidrogen	63
4.7	Pembacaan Sensor Dan Alat Ukur Pada <i>Pressure</i> Oksigen	64
4.8	Pembacaan Sensor Dan Alat Ukur Pada Temperatur	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
1.1	Kerangka Pikir Penelitian	6
2.1	Segitiga Api	9
2.2	<i>Flammability Range</i>	11
2.3	Sensor Hidrogen MQ-8	17
2.4	Sensor Oksigen DF Robot <i>Gravity</i>	18
2.5	Sensor Temperatur dan Kelembaban Udara DHT11	20
2.6	(a) Struktur Internal Sensor Tekanan Model Kapasitif dan (b) Bentuk Fisik Sensor Tekanan HK1100C	20
2.7	Grafik Karakteristik Dari Sensor Tekanan HK1100C	21
2.8	Sensor <i>Level</i> XKC-Y25-T12V	22
2.9	Pompa Air 12 Volt DC	23
2.10	Tampilan dan Konfigurasi <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	24
2.11	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) Yang Dipasang Dengan <i>Inter Integrated Circuit</i> (I ² C)	25
2.12	<i>Power Supply</i>	26
2.13	Modul <i>Step Down</i> LM2596	26
2.14	<i>Relay</i>	27
2.15	NodeMCU ESP12E (ESP8266)	28
2.16	Konsep IoT	29
2.17	Cara Kerja <i>Blynk</i>	31
3.1	Peralatan Sistem <i>Monitoring</i> Dan Proteksi Produksi Hidrogen Pada <i>Generator</i> HHO Tipe <i>Dry Cell</i>	42
3.2	<i>Flowsheet</i> Rangkaian Desain Sistem <i>Monitoring</i> dan Proteksi Produksi Hidrogen Pada <i>Generator</i> HHO Tipe <i>Dry Cell</i>	43
3.3	<i>Flowchart</i> Pengukuran Parameter <i>Monitoring</i> Dan Proteksi	43
3.4	<i>Flowchart</i> Otomatisasi Pompa Suplai Air Ke Tandon	44
3.5	<i>Flowchart</i> Notifikasi <i>Alarm</i> Proteksi	44
3.6	Diagram Alir Penelitian Sistem <i>Monitoring</i> dan Proteksi Produksi Hidrogen Pada <i>Generator</i> HHO Tipe <i>Dry Cell</i> Berbasis <i>Internet of Things</i>	48
4.1	Kegiatan Penelitian Rancang Bangun Alat <i>Monitoring</i> Dan Proteksi Produksi Hidrogen Pada <i>Generator</i> HHO Tipe <i>Dry Cell</i> (a) Perancangan <i>Hardware</i> (b) Perancangan <i>Software</i>	49
4.2	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>) Sistem <i>Monitoring</i> Dan Proteksi Hidrogen Beserta Keterangan	50
4.3	Tampilan <i>Dashboard</i> Sistem <i>Monitoring</i> Dan Proteksi (a) Tampilan <i>Website</i> (b) Tampilan Aplikasi <i>Handphone</i>	51
4.4	Performa Pembacaan Sensor (a) Sensor Hidrogen Dan Sensor Oksigen (b) Sensor <i>Pressure</i> Hidrogen Dan Sensor <i>Pressure</i> Oksigen (c) Sensor Temperatur Dan Kelembaban	55
4.5	Perbandingan Pembacaan Konsentrasi Oksigen Pada Alat Ukur Referensi Dan Sensor	62
4.6	Perbandingan Pembacaan <i>Pressure</i> Hidrogen Pada Alat Ukur	

	Referensi Dan Sensor.....	63
4.7	Perbandingan Pembacaan <i>Pressure</i> Oksigen Pada Alat Ukur Referensi Dan Sensor.....	64
4.8	Perbandingan Pembacaan Temperatur Pada Alat Ukur Referensi Dan Sensor	65
4.9	Grafik Hubungan Antara Suplai Tegangan Terhadap Produksi Gas Hidrogen, Oksigen dan Temperatur (a) 12 Volt (b) 13 Volt (c) 14 Volt	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1	Desain Alat	76
2	Listing Program	79
3	Tabel Pengambilan Data	85
4	Publikasi Penelitian	86
5	Sertifikat Hak Cipta	93
6	Form Kesepakatan Bimbingan Tesis (Pembimbing I)	95
7	Form Kesepakatan Bimbingan Tesis (Pembimbing II)	96
8	Form Rekomendasi Ujian Tesis	97
9	Dokumentasi	98