

**PENGEMBANGAN ALAT ELEKTROLISIS H<sub>2</sub>O DENGAN SENSOR  
ULTRASONIK HYSRF-05 UNTUK MONITORING SELISIH  
KETINGGIAN PERMUKAAN AIR**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**ANGGA PRIAMBODO**  
NIM. 17640029



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**PENGEMBANGAN ALAT ELEKTROLISIS H<sub>2</sub>O DENGAN SENSOR  
ULTRASONIK HYSRF-05 UNTUK MONITORING SELISIH  
KETINGGIAN PERMUKAAN AIR**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:  
Angga Priambodo  
NIM. 17640029

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGEMBANGAN ALAT ELEKTROLISIS ILO DENGAN SENSOR  
ULTRASONIK HYSRF-05 UNTUK MONITORING SELISIH KETINGGIAN  
PERMUKAAN AIR**

**SKRIPSI**

Oleh:  
Angga Priambodo  
NIM. 17640029

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
Pada tanggal: 18 November 2022

Dosen Pembimbing I



Drs. Cecep E. Rustana, BSc(Hons), PhD  
NIP. 19590729 198602 1 001

Dosen Pembimbing II



Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

Menyetujui,  
Ketua Program Studi



Drs. Tazi, M.Si  
NIP. 19740730 200312 1 002

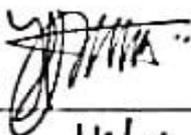
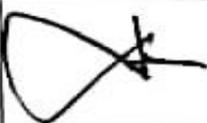
## HALAMAN PENGESAHAN

### PENGEMBANGAN ALAT ELEKTROLISIS H<sub>2</sub>O DENGAN SENSOR ULTRASONIK HYSRF-05 UNTUK MONITORING SELISIH KETINGGIAN PERMUKAAN AIR

#### SKRIPSI

Oleh:  
Angga Priambodo  
NIM. 17640029

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 18 November 2022

Ketua Penguji:	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Anggota 1:	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Anggota 2:	<u>Drs. Cecep Rustana, BSc(Hons). PhD</u> NIP. 19590729 198602 1 001	
Anggota 3:	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi

  
  
Imam Tazi, M.Si  
NIP. 19740730 200312 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angga Priambodo

NIM : 17640029

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengembangan Alat Elektrolisis H<sub>2</sub>O Dengan Sensor  
Ultrasonik HYSRF-05 Untuk Monitoring Selisih Ketinggian  
Permukaan Air

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 22 November 2022

Angga Priambodo  
Pernyataan



Angga Priambodo  
NIM. 17640029

**MOTTO**

*GO BIG OR GO HOME*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- Kedua orang tuaku tersayang yang pengorbanannya tak akan

pernah sanggup kubalas, Alm Bapak Kusnul Yakin dan  
Ibuk Rininawati

- Kakakku Aprilia Dian Ayu P. yang menjadi motivasi terbesar untuk meraih cita-cita saya

- Semua teman terbaik dengan nama dan kisah yang selalu

terkenang dalam benak dan ingatanku.

- Almamaterku, Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim

Malang

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat yang begitu luasnya kepada kami, sehingga sampai saat ini penulis dapat merampungkan penelitian skripsi dengan tepat waktu. Adapun penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat penyelesaian tugas akhir sarjana strata satu (S1). Pada skripsi penelitian ini, penulis mengambil judul **“Pengembangan Alat Elektrolisis H<sub>2</sub>O Dengan Sensor Ultrasonik HYSRF-05 Untuk Monitoring Selisih Ketinggian Permukaan Air”** Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh dengan pencerahan seperti saat ini.

Atas selesainya penulisan skripsi ini, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika dan selaku Dosen Wali Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi dan ilmu pengetahuan.
4. Drs. Cecep Rustana, BSc(Hons). PhD., selaku Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, motivasi dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis selama proses penyusunan proposal skripsi dengan baik.
5. Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si., selaku dosen Fisika Instrumentasi dan komputasi yang telah membantu dalam proses pembelajaran dan penyelesaian proposal skripsi ini.

6. Segenap Dosen, Laboran, dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
7. Keluarga khususnya Ibu, Alm.Ayah, Kakak dan Adik yang selama ini selalu memberikan dukungan do'a serta semangat agar penulis senantiasa diberikan kemudahan dalam setiap langkahnya.
8. Gina Fikria yang telah memberi semangat dan juga telah meminjamkan laptop dalam penyelesaian penulisan proposal skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak, aamiin. Dalam penyusunan skripsi ini. Penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 18 November 2022



Angga Priambodo  
NIM. 17640029

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>المخلص.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Penelitian .....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Elektrolisis Air.....	8
2.2 Sensor Ultrasonik HYSRF-05 .....	14
2.3 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik .....	16
2.4 Mikrokontroler .....	17
2.5 Arduino Uno.....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	20
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	20
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	20
3.3.1 Alat Penelitian.....	20
3.3.2 Bahan Penelitian .....	20
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1 Studi Literatur .....	21
3.4.2 Analisis Kebutuhan .....	22
3.4.3 Perancangan .....	22
3.4.4 Implementasi.....	24
3.4.5 Kalibrasi Sensor Ultrasonik HYSRF-04 .....	25
3.4.6 Pengujian (Evaluasi) dan Analisis Hasil Pengujian.....	26
3.4.7 Pengambilan Kesimpulan dan Saran.....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Hasil Rancang Bangun Alat .....	28
4.1.1 Prinsip Kerja dan Rangkaian Komponen Elektronika .....	28

4.1.2 Rancangan dan Prinsip Kerja Alat Elektrolisis Air .....	30
4.2 Hasil Uji Alat.....	32
4.2.1 Pengujian Mikrokontroler Arduino Uno.....	32
4.2.2 Pengujian Sensor Ultrasonik HYSRF-05.....	33
4.2.3 Pengujian Alat dan Pengambilan data .....	37
4.3 Pembahasan .....	40
4.4 Integrasi Penelitian Dengan Al-Qur'an .....	44
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Kalor .....	13
Tabel 3.2	Perbandingan Gas Hidrogen dengan Hasil Ukur Sensor Ultrasonik HYSRF-05 (mm).....	25
Tabel 3.3	Pengujian Sensor Ultrasonik HYSRF-05 dan Alat elektrolisis .....	26
Tabel 4.1	Kalibrasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05 .....	35
Tabel 4.2	Validasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05 Menggunakan Objek Air ....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Elektrolisis Air .....	10
Gambar 2.2	Sensor Ultrasonik HYSRF-05 .....	14
Gambar 2.3	Prinsip Sensor Ultrasonik.....	15
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	21
Gambar 3.2	Diagram Alir Perancangan .....	23
Gambar 3.3	Desain Alat Elektrolisis.....	24
Gambar 3.4	Kalibrasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05 .....	21
Gambar 4.1	Rangkaian Komponen Elektronik Alat Elektrolisis .....	24
Gambar 4.2	Alat Elektrolisis Yang Sudah Dirangkai Dengan Komponen Elektronika (Tampak Depan) .....	31
Gambar 4.3	Alat Elektrolisis Yang Sudah Dirangkai Dengan Komponen Elektronika (Tampak Samping) .....	31
Gambar 4.4	Kalibrasi Sensor Ultrasonik Menggunakan Mistar .....	35
Gambar 4.5	Hasil Serial Monitor Pada Aplikasi Arduino .....	35
Gambar 4.6	Grafik Kalibrasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05 Dengan Menggunakan Balok Kayu .....	36
Gambar 4.7	Grafik Validasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05 Dengan Menggunakan Perubahan Ketinggian Air .....	36
Gambar 4.8	Grafik Pengukuran Jarak Manual/Penggaris.....	38
Gambar 4.9	Grafik Pengukuran Jarak Dengan Sensor.....	38
Gambar 4.10	Grafik Pengukuran Volume Manual .....	39
Gambar 4.11	Grafik Pengukuran Volume Sensor.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Gambar Penelitian .....	51
Lampiran II	Koding Program.....	53
Lampiran III	Data Hasil Penelitian .....	55

## ABSTRAK

Priambodo, Angga. 2022. **Pengembangan Alat Elektrolisis H<sub>2</sub>O Dengan Sensor Ultrasonik HYSRF-05 Untuk Monitoring Selisih Ketinggian Permukaan Air**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Cecep Rustana, BSc(Hons). PhD (II) Drs. Abdul Basid, M.Si.

---

**Kata Kunci:** Elektrolisis Air, Sensor, Gas Hidrogen

Elektrolisis merupakan salah satu metode untuk menghasilkan gas hidrogen dengan cara memecah molekul air menjadi O<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>. Gas hidrogen ialah sumber energi yang berasal dari alam yang memiliki potensi besar menjadi pengganti minyak bumi sebagai bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat elektrolisis H<sub>2</sub>O (air) menggunakan sensor ultrasonik HYSRF-05 untuk memonitoring selisih ketinggian permukaan air. Pada penelitian ini dilakukan 3 tahap perancangan dan pengujian yaitu perancangan dan pengujian komponen elektronika, perancangan dan pengujian program, perancangan dan pengujian alat elektrolisis. Proses pengambilan data dilakukan pada alat elektrolisis yang sudah dirangkai dengan komponen elektronika yang sudah diuji. Pengambilan data yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil ukur sensor ultrasonik sama dengan hasil pengukuran secara manual dengan nilai rata-rata eror sebesar 0,0382%.

## ABSTRACT

Priambodo, Angga. 2022. **Development of H<sub>2</sub>O Electrolysis Equipment With Ultrasonic Sensor HYSRF-05 For Monitoring Water Level Difference**. Thesis. Physics Department Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State University, Malang. Advisor: (I) Drs. Cecep Rustana, BSc(Hons). PhD (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

---

**Keywords:** Water Electrolysis, Sensor, Hydrogen Gas

Electrolysis is a method to produce hydrogen gas by breaking water molecules into O<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>. Hydrogen gas is an energy source that comes from nature which has great potential to replace petroleum as a fuel. This study aims to develop a H<sub>2</sub>O (water) electrolysis device using the HYSRF-05 ultrasonic sensor to monitor the difference in water level. In this research, 3 stages of design and testing were carried out, namely the design and testing of electronic components, program design and testing, design and testing of electrolysis equipment. The data collection process is carried out on an electrolysis device that has been assembled with tested electronic components. The data retrieval that has been carried out shows that the ultrasonic sensor measurement results are the same as the manual measurement results with an average error value of 0.0382%.

## الملخص

بريامبودو ، أنجا. 2022. تطوير معدات التحليل الكهربائي H<sub>2</sub>O باستخدام مستشعر الموجات فوق الصوتية -HYSRF  
05 لرصد الاختلافات في مستويات المياه. فرضية. قسم الفيزياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، مولانا مالك  
إبراهيم الدولة الإسلامية جامعة مالانج. المشرف: (I) د. سيسيب روستانا ، البكالوريوس (مع مرتبة الشرف).  
دكتوراه (II) د. عبد الباسيد ، م

---

الكلمات الدالة: التحليل الكهربائي للمياه ، الاستشعار ، غاز الهيدروجين

التحليل الكهربائي هو طريقة لإنتاج غاز الهيدروجين عن طريق تكسير جزيئات الماء إلى O<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>. غاز الهيدروجين  
هو مصدر طاقة يأتي من الطبيعة وله إمكانات كبيرة ليحل محل البترول كوقود. تهدف هذه الدراسة إلى تطوير جهاز التحليل  
الكهربائي H<sub>2</sub>O (الماء) باستخدام مستشعر الموجات فوق الصوتية HYSRF-05 لمراقبة الفرق في مستوى الماء. في هذا  
البحث ، تم تنفيذ 3 مراحل من التصميم والاختبار ، وهي تصميم واختبار المكونات الإلكترونية ، وتصميم البرنامج واختباره ،  
وتصميم واختبار معدات التحليل الكهربائي. تتم عملية جمع البيانات على جهاز التحليل الكهربائي الذي تم تجميعه مع مكونات  
إلكترونية مختبرة.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Energi merupakan komponen yang sangat dibutuhkan untuk kelangsungan hidup. Pada umumnya beberapa negara masih sangat bergantung kepada minyak bumi sebagai sumber energi. Minyak bumi adalah sumber energi yang tidak dapat diperbaharui, sehingga suatu ketika minyak bumi akan habis karena telah digunakan selama bertahun-tahun. Selain itu, minyak bumi juga sebagai penghasil gas polutan yang dapat berdampak kepada kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh sebab itu para ilmuwan melakukan penelitian untuk meneliti berbagai bahan yang tersedia di alam yang dapat dijadikan sebagai sumber energi terbarukan. Salah satu sumber energi terbarukan yang sedang marak dikembangkan sekarang ini adalah gas hydrogen.

Hidrogen merupakan suatu unsur yang paling sederhana di dalam tabel periodik dilihat dari susunan electron dan proton nya. Apabila dilihat dari rumus molekul dari beberapa larutan dan cairan yang dapat digunakan untuk sumber energi, hampir selalu ada unsur hidrogen didalamnya seperti  $H_2SO_4$  (asam sulfat),  $HCl$ ,  $H_2O$  dan masih banyak lainnya. Untuk saat ini, gas hydrogen yang diproduksi adalah hydrogen yang didapatkan dari gas alam ( $CH_4$ ). Namun sekarang ini, memproduksi gas hydrogen dari air dengan proses elektrolisis atau langsung menggunakan reaksi fotokimia menunjukkan metode yang potensial untuk dilakukan dalam berbagai penelitian. Untuk itu, beberapa negara maju sedang berlomba-lomba untuk melakukan penelitian dan mengembangkan alat konversi

yang digunakan untuk memproduksi gas hydrogen sebagai salah bentuk energi terbarukan.

Berbagai hasil penelitian yang relevan menunjukkan bahwa hydrogen sangat potensial diproduksi melalui proses elektrolisis. Penelitian pertama adalah penelitian yang berjudul “Sistem Monitoring Produksi Gas Hidrogen Dengan Elektrolisis Air Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Android” yang dilakukan oleh Wdiya Cahyadi, dkk pada tahun 2021, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa elektrolisis air dengan fuzzy menghasilkan gas hidrogen dalam waktu 60 menit sebesar 220 ppm dan stabil diangka tersebut dan mengalami penurunan tegangan 11 volt. Sedangkan pengujian tanpa menggunakan metode logika fuzzy gas hidrogen yang dihasilkan mencapai 357 ppm tanpa ada penurunan tegangan. Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa logika fuzzy berfungsi sesuai sebagai pengontrol tegangan pada buck konverter yang digunakan untuk menstabilkan gas hidrogen yang dihasilkan dari proses elektrolisis air. Penelitian kedua adalah penelitian yang berjudul “Analisis Produktifitas Gas Hidrogen berdasarkan Arus dan Tegangan pada Proses Elektrolisis H<sub>2</sub>O” oleh Fitriyanti pada tahun 2019. Pada penelitian ini dihasilkan perbandingan antara produktifitas gas hydrogen dari proses elektrosis H<sub>2</sub>O dengan besarnya arus dan tegangan dengan cara memvariasikan arus dan tegangan yang diberikan. Penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar arus dan tegangan dapat menyebabkan semakin meningkatnya daya yang digunakan sehingga menyebabkan efektifitasnya menurun. Penelitian ketiga adalah penelitian yang berjudul “Perancangan dan Karakterisasi Alat Elektrolisis Air Pada Pembuatan Gas HHO (Hidrogen-Hidrogen Oksigen) Sebagai Potensi Bahan Bakar” oleh Baiq Wina Santia Ikada pada tahun

2013. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa selama 25 menit proses elektrolisa, alat elektrolisis air dari hasil desain dengan menggunakan elektrolit NaOH 600 ml sumber energi adaptor dan aki, didapatkan hasil; penggunaan adaptor dengan daya 37 Watt menghasilkan volume gas 766,3 ml, massa gas 192,5 mg, laju produksi gas 0,511 ml/s, efisiensi elektrolisis 61% dan potensi energi gas hidrogen 28,13 MJ. Sedangkan energi aki dengan penggunaan daya 46,48 Watt menghasilkan volume gas 769,94 ml, massa gas 196,7 mg, laju produksi 0,513 ml/s, efisiensi gas 50,7% dan potensi hasil energi sebagai gas hidrogen selama 25 menit total mencapai 28,66 MJ. Penelitian ketiga adalah penelitian yang berjudul “Sistem Pemantauan Gas H<sub>2</sub> Dengan Metode Elektrolisis” oleh Bambang Sryanto, Ulfa Hanim, dan Adiansyah pada tahun 2021. Hasil dari eksperimen ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah hidrogen yang dihasilkan sebanding dengan peningkatan arus yang diberikan dan maksimum pada kuat arus 12 volt. Jumlah hidrogen maksim pada 998,20 ppm dan paling rendah pada 131,60 ppm. Penelitian keempat adalah penelitian yang berjudul “Alat Ukur Konsentrasi Hidrogen dari Elektrolisis Air Menggunakan Sensor MQ-8 Berbasis Arduino” oleh Abdul Khafizd pada tahun 2019. Penelitian ini menghasilkan alat ukur konsentrasi gas hydrogen menggunakan sensor MQ-8 yang mengalami kenaikan rata-rata 5ppm/detik saat dilakukan pengujian pada alat. Penelitian kelima adalah penelitian yang berjudul “Perancangan Pelipat Tegangan Untuk Sistem Catu Daya Pada Elektrolisis Air dengan Sumber Energi Surya” oleh Lazuardi Ma’ruf, Dr.Ir. Basuki Rahmat, M.T., dan Ekki Kurniawan, S.T, M.T pada tahun 2019. Penelitian ini menghasilkan rangkaian pelipat tegangan yang dirancang menggunakan kapasitor 4,7  $\mu$ F dan diode tipe 1N4007 dengan menambahkan trafo untuk membantu menahan tegangan saat elektrolisis

berlangsung. Perancangan catu daya ini mampu menghasilkan tegangan 1358 Volt DC dari panel surya sebelum dipasangkan pada elektrolisis. Dengan beban elektrolisis tegangan tadi akan turun menjadi 298,57 Volt DC dengan arus 0.027714 Ampere. Penelitian keenam adalah penelitian berjudul “Kontrol Tegangan Menggunakan DC to DC Converter Tipe Boost Untuk Elektrolisis Air Laut” oleh Nurry Eko Priyanto, Ekki Kurniawan, dan Estananto pada tahun 2018. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem kontrol yang mengatur besar tegangan dalam proses elektrolisis. Penelitian ke-tujuh adalah penelitian yang berjudul “Preliminary Study on The Effect of Time on Hydrogen Production from Electolysis of The Seawater” oleh C.E. Rustana, Sunaryo, N. Salam, Sugihartono, W. Sasmitaningsihhidayah, A.D.R. Madjid, dan F.S. Hananto pada tahun 2021. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa produksi gas hydrogen dalam grafit memiliki laju produksi hydrogen terbesar dalam 10 menit pertama, akan tetapi terus menurun, sedangkan dengan elektroda tembaga memiliki laju produksi hydrogen terbesar setelah 220 menit dan menurun ketika waktu proses elektrolisis mencapai 270 menit ketika arus listrik mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan korosi elektroda oleh klorin yang menyebabkan fungsi elektroda menjadi terbatas. Penelitian terakhir yang memiliki relevansi dengan penelitian ini adalah penelitian yang berjudul “The Effect of Voltage and Electrode Types on Hydrogen Production from The Seawater Electrolysis Process” oleh C.E. Rustana, Sunaryo, S.J. Muchtar, I. Sugihartono, W. Sasmitaningsihhidayah, A.D.R. Madjid, dan F.S. Hananto pada tahun 2021. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa koefisien produktifitas elektroda tembaga adalah 0,51 ml dengan koefisien determinasi 0,97. Sedangkan produktifitas koefisien elektroda grafit adalah 0,32 ml dengan koefisien determinasi 0,93. Penelitian ini

juga menunjukkan bahwa volume maksimum gas hidrogen adalah 8,5 ml dihasilkan melalui elektrolisis air laut menggunakan elektroda tembaga pada tegangan 21 volt. Hasil ini jauh lebih besar daripada menggunakan elektroda grafit yang hanya menghasilkan volume maksimum gas hydrogen yaitu 7,1 ml pada tegangan 22,5 volt. Selain itu, beberapa ayat Al-Qur'an menjelaskan tentang penciptaan air, sifat dan manfaatnya bagi makhluk hidup terutama bagi manusia, sebagai berikut:

أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۗ وَجَعَلْنَا  
مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ۗ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ (٣٠)

*“Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya. Dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?”*[QS. Al-Anbiya. 21: 30].

Dan pada QS Qaf ayat 9 Allah SWT berfirman:

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبْرَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ (٩)

*“Dan Kami turunkan dari langit air yang banyak manfaatnya lalu Kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon dan biji-biji tanaman yang diketam.”* [QS Qaf. 50: 9].

Dan juga pada QS Az-Zumar ayat 21 Allah SWT berfirman:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا  
مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهيجُ فَتَراهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي  
الْأَلْبَابِ (٢١)

*“Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal.”* [QS Az-Zumar. 39: 21].

Maksud dari ayat-ayat tersebut di atas bermakna bahwa air ini sangat diperlukan bagi kehidupan, maka Allah memudahkan para hamba untuk mendapatkannya. Sekiranya Allah menciptakan air dengan kadar terbatas dan sulit dicari, seluruh makhluk didunia ini akan berada dalam kesulitan besar. Bayangkan betapa halus dan lembutnya air hingga bisa turun dan meresap ke dalam tanah untuk memberi makanan akar-akar pohon dan naik sampai kedaun-daun pepohonan. Dengan bantuan sinar matahari kemudian terjadi proses fotosintesa di daun dan terjadilah buah-buahan atau akar-akar yang berkembang sebagai umbi untuk dikonsumsi makhluk hidup khususnya manusia. Terdapat beberapa kesamaan antara proses elektrolisis dan fotosintesis pada tumbuhan. Pada proses fotosintesis juga terjadi pemecahan molekul air yang membebaskan oksigen dan ion hidrogen. Ion hidrogen akan diikat oleh NADP dan membentuk NADPH dalam proses fotosintesis pada tahap reaksi terang melalui fotofosforilasi non siklik.

Memahami betapa besarnya potensi air sebagaimana telah dijelaskan dari berbagai hasil penelitian maupun ayat-ayat Al-Qur'an tersebut di atas, maka menjadi penting untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang air dan karakteristiknya. Demikian demikian air dapat dilestarikan dan dimanfaatkan seoptimal mungkin bagi mahluk hidup, khususnya manusia. Berdasarkan alasan itu semua, maka penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan alat elektrolisis air ( $H_2O$ ) menggunakan sensor ultrasonik HYSRF-05 untuk monitoring selisih ketinggian permukaan air dengan tujuan untuk memudahkan perhitungan untuk mengetahui berapa volume gas hydrogen yang dihasilkan. Sensor Ultrasonik HYSRF-05 berbasis mikrokontroler digunakan untuk otomatisasi alat elektrolisis yang akan dikembangkan. Dengan demikian alat tersebut diharapkan secara

otomatis dapat mengukur volume dan/atau laju produksi gas hydrogen melalui pemisahan unsur gas hydrogen dari air. Gas hydrogen yang dihasilkan tentunya akan menjadi sumber energi terbarukan yang bersih dan ramah lingkungan di masa mendatang

## **1.2 Rumusan masalah**

Dari latar belakang diatas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan alat elektrolisis H<sub>2</sub>O dengan sensor ultrasonik HYSRF-05 untuk monitoring selisih ketinggian permukaan air?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengembangkan alat elektrolisis H<sub>2</sub>O dengan sensor ultrasonik HYSRF-05 untuk monitoring selisih ketinggian permukaan air.

## **1.4 Batasan Penelitian**

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Elektroda yang digunakan adalah karbon.
2. Larutan yang digunakan adalah air sumur dengan katalis asam asetat.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan alat elektrolisis H<sub>2</sub>O yang dapat digunakan untuk tujuan penelitian dan pembelajaran produktifitas gas hidrogen.
2. Sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya tentang pengembangan alat elektrolisis yang lebih efektif dan efisien untuk memproduksi gas hydrogen sebagai sumber energi terbarukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Elektolisis Air**

Air adalah suatu senyawa hidrogen dan oksigen dengan rumusan kimia  $H_2O$  yang berikatan secara kovalen, ikatan ini terbentuk akibat dari terikatnya electron secara bersama. Berdasarkan sifat fisiknya (secara fisika) terdapat tiga macam bentuk air, yaitu air sebagai benda cair, air sebagai benda padat, dan air sebagai benda gas atau uap. (Suryanta, 2012). Air berubah dari suatu bentuk ke bentuk yang lainnya tergantung pada waktu dan tempat serta temperaturnya. Pemakaian air secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi empat golongan berdasarkan tujuan penggunaannya, yaitu air untuk keperluan irigasi, air untuk keperluan pembangkit energi, air untuk keperluan industri dan air untuk keperluan publik. Air untuk keperluan publik dibedakan atas air konsumsi domestik dan air untuk konsumsi sosial dan komersial (khafizd, 2019).

Untuk memperoleh air bagi keperluan laboratorium dan farmasi atau keperluan manusia, maka perlu melakukan berbagai metode pemisahan air yang ada di alam dari berbagai campurannya secara fisika maupun kimia. Misalnya, perusahaan air minum memperoleh air jernih dari air sungai dilakukan dengan cara penyaringan pasir dan arang (Nurhadianty, 2018). Bahkan air murni atau air yang bercampur dengan unsur lain juga dapat dipisahkan, salah satunya dengan proses elektrolisis.

Gas hidrogen adalah salah satu unsur kimia pada tabel periodik dengan simbol H dan nomor atom 1. Gas hidrogen adalah gas yang tidak berbau, tidak beracun dan tidak berwarna. Gas hidrogen paling ringan unsur di dunia karena

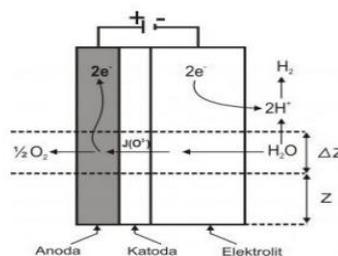
hanya memiliki massa atom 1,00794 smu. Gas hidrogen merupakan salah satu unsur paling melimpah karena ada sekitar 75% dari total massa di alam semesta. Gas hidrogen dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena dapat menggantikan energi fosil, terutama di bidang transportasi karena efek lingkungan yang dihasilkan oleh gas hidrogen sangat minim. Keuntungan dari gas hidrogen memiliki energi sistem pembakaran yang besar, sekitar 286 kJ/mol, dan memiliki efek yang sangat kecil terhadap lingkungan karena sistem pembakaran yang dihasilkan adalah air (Rustana, 2021).

Salah satu proses untuk menghasilkan gas hidrogen adalah elektrolisis air yang dilakukan dengan memanfaatkan energi listrik searah untuk memecah air menjadi oksigen dan hidrogen. Elektrolisis adalah proses penguraian senyawa oleh arus listrik searah melalui larutan elektrolit. Elektrolit larutan dapat menghantarkan listrik karena mengandung ion-ion yang dapat bergerak bebas. Konduktivitas listrik terjadi karena larutan elektrolit dialirkan dari sumber arus dan akan memberikan muatan yang berbeda pada dua elektroda yang digunakan. Muatan yang dihasilkan akan terbagi menjadi ion negatif (anion) dan positif ion (kation). Gas hidrogen akan terbentuk di katoda dan oksigen akan terbentuk di anoda. Faktor-faktornya yang mempengaruhi elektrolisis adalah variasi jumlah tegangan yang diberikan, sifat logam masing-masing jenis elektroda dan faktor larutan elektrolit yang digunakan (Rustana, 2021).

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian elektrolit dalam sel elektrolisis oleh arus listrik. Dalam sel volta/galvani, reaksi oksidasi reduksi berlangsung dengan spontan, dan energi kimia yang menyertai reaksi kimia diubah menjadi energi listrik. Sedangkan elektrolisis merupakan reaksi kebalikan dari sel volta/galvani

yang potensial selnya negatif atau dengan kata lain, dalam keadaan normal tidak akan terjadi reaksi dan reaksi dapat terjadi bila diinduksi dengan energi listrik dari luar (Pratiwi, 2014).

Alat elektrolisis terdiri atas sel elektrolisis yang berisi elektrolit (larutan atau campuran) terlihat pada gambar 2.1 di bawah ini. Pada elektrolisis biasanya menggunakan elektroda yang sama dimasukkan dalam larutan yang bersangkutan. Elektrolisis terjadi ketika aliran arus listrik melalui senyawa ionik dan mengalami reaksi kimia. Larutan elektrolit dapat menghantar listrik karena mengandung ion-ion yang dapat bergerak bebas. Ion-ion tersebut yang menghantarkan arus listrik melalui larutan.



**Gambar 2.1** Elektrolisis Air

Sel elektrolisis atau elektroda adalah sel elektrokimia yang bereaksi secara tidak spontan (Eosel (-) atau  $\Delta G > 0$ ), karena energi listrik disuplai dari sumber luar dan dialirkan melalui sebuah sel. Elektrolisis diartikan juga sebagai peristiwa penguraian zat elektrolit oleh arus listrik searah, melainkan juga mengalami perubahan-perubahan kimia. Perubahan kimia yang terjadi selama elektrolisis dapat dilihat sekitar elektroda. Elektroda positif (+) disebut anoda sedangkan elektroda negatif (-) adalah katoda (Sugiarto, 2016). Elektroda merupakan suatu sistem dua fase yang terdiri dari sebuah penghantar elektrolit (misalnya logam) dan sebuah penghantar ionik (Sugiarto, 2016). Elektroda positif (+) disebut anoda sedangkan

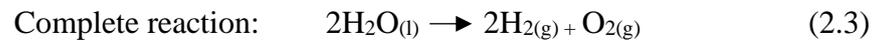
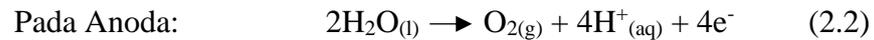
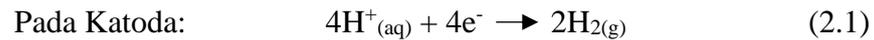
elektroda negatif (-) adalah katoda. Reaksi kimia yang terjadi pada 4 elektroda selama terjadinya konduksi listrik disebut elektrolisis dan alat yang digunakan untuk reaksi ini disebut sel elektrolisis. Sel elektrolisis memerlukan energi untuk memompa elektron. (Sugiarto, 2016).

Hantaran listrik melalui larutan elektrolit terjadi ketika sumber arus searah memberi muatan yang berbeda pada kedua elektroda. Katoda (elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif) bermuatan negatif, sedangkan anoda (elektroda yang dihubungkan dengan kutub positif) bermuatan positif. Spesi (ion, molekul, atau atom) tertentu dalam larutan akan mengambil elektron dari katoda, sementara spesi lainnya melepas elektron ke anoda. Selanjutnya elektron akan dialirkan ke katoda melalui sumber arus searah (Wahyono, 2017). Ada 2 prinsip yang khas dari proses elektrolisis, yakni: kaitan antara beda potensial yang digunakan dan arus yang mengalir melalui sel elektrolisis serta discas yang selektif diantara ion-ion pada permukaan elektroda.

Sementara itu, elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) menjadi oksigen ( $\text{O}_2$ ) dan hidrogen gas ( $\text{H}_2$ ) dengan menggunakan arus listrik yang melalui 5 air tersebut. Pada katode, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas  $\text{H}_2$  dan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ). Sementara itu pada anode, dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen ( $\text{O}_2$ ), melepaskan 4 ion  $\text{H}^+$  serta mengalirkan elektron ke katode. Ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{OH}^-$  mengalami netralisasi sehingga terbentuk kembali beberapa molekul air. Faktor yang mempengaruhi elektrolisis air yaitu, kualitas elektrolit, suhu, tekanan, resistansi elektrolit, material dari elektroda, dan material pemisah.

Hidrogen akan muncul di katoda, yaitu elektroda yang terhubung ke arus negatif dan oksigen di anoda, yaitu elektroda yang terhubung ke arus positif. Jumlah gas hidrogen yang diperoleh sebanyak 2 kali gas oksigennya, dan jumlah keduanya proporsional dengan energi listrik yang digunakan. Elektrolisis air murni berlangsung sangat lambat. Hal ini karena konduktivitas listrik air murni sangat rendah, yaitu sekitar  $1/1.000.000$  dari konduktivitas listrik air laut. Kecepatan elektrolisis air menjadi hidrogen dan oksigen dapat ditingkatkan secara nyata dengan penambahan zat-zat elektrolit yang berupa garam, asam, atau basa. Jika zat elektrolit ditambahkan ke dalam air, maka konduktivitas listrik larutan elektrolit tersebut meningkat dengan tajam. Garam natrium sering digunakan dalam proses elektrolisis air karena harganya relatif murah dan mudah larut dalam air (Sugiarto, 2016).

Penambahan elektrolit, seperti asam, basa, atau garam dapat meningkatkan konduktivitas air sehingga agar proses elektrolisis air lebih cepat. Pada sel elektrolisis akan terjadi perubahan arus listrik energi menjadi energi kimia. Hubungan kuantitatif antara jumlah muatan listrik yang digunakan dan jumlah zat yang terlibat dalam reaksi dirumuskan oleh Faraday. Hal ini dapat terjadi karena melibatkan reaksi reduksi-oksidasi yang bergantung pada peran partikel bermuatan sebagai konduktor muatan listrik. Air adalah elektrolit yang sangat lemah, yang dapat terionisasi membentuk ion dan  $\text{OH}^-$ . Oleh karena itu, mungkin untuk elektrolit mereka menjadi gas dan. Gas dapat diperoleh di katoda karena reduksi ion reaksi; Sementara itu, gas diperoleh di anoda karena  $\text{OH}^-$  reaksi oksidasi. Persamaan elektrokimia dari elektrolisis dapat digambarkan sebagai berikut (Isana, 2010):



Sebagaimana dijelaskan diatas bahwa pada proses elektrolisis air telah terjadi pemisahan air menjadi Hydrogen dan Oksigen. Hidrogen adalah unsur kimia yang memiliki symbol H dan nomor atom 1 pada tabel periodik. Pada suhu dan tekanan standar, hydrogen tidak berwarna, bersifat non-logam, tidak berbau, bervalensi tunggal dan merupakan gas diatomic yang sangat mudah terbakar. Hidrogen adalah unsur teringan di dunia dengan massa atom 1,00794 amu (Sugiarto, 2016).

**Tabel 2.1** Perbandingan Kalor

Bahan Bakar	Kalor yang dihasilkan (kJ)		
	Per gram	Per mol	Per liter
Gas Hidrogen	143	286	12
Hidrogen cair	142	285	9970
Gas metana	55	882	36
LPG	40	5512	3400
Oktana cair	48	5512	3400

Pada proses pembakaran hidrogen sebagai bahan bakar dihasilkan kalor sebanyak 286 kJ per mol hidrogen. Tabel diatas memperlihatkan perbandingan kalor yang dihasilkan oleh hidrogen dan kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar lain. Hidrogen dapat digunakan sebagai bahan bakar sebab (Sugiarto, 2016) :

1. Dapat terbakar dalam oksigen membentuk air dan menghasilkan energy.
2. Bersama oksigen dapat digunakan dalam sel bahan bakar menghasilkan energi listrik.

Keuntungan jika hidrogen digunakan sebagai bahan bakar yaitu:

1. Suatu cuplikan hidrogen jika dibakar akan menghasilkan energi sebanyak kira-kira tiga kali energi yang dihasilkan bensin dengan berat yang sama.
2. Dalam mesin kendaraan bermotor hidrogen akan terbakar lebih efisien jika dibandingkan dengan bahan bakar lain.
3. Pembakaran hidrogen kurang menghasilkan polusi. Polutan yang terjadi hanya oksida nitrogen yang terjadi jika suhu pembakaran sangat tinggi.
4. Mesin yang menggunakan hidrogen mudah diubah agar dapat menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar.

## 2.2 Sensor Ultrasonik HYSRF-05

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik) (Lubis, 2017).

Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima struktur unit pemancar dan penerima. Sangatlah sederhana sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 20 kHz hingga 2 MHz (Arief, 2015).



**Gambar 2.2** Sensor Ultrasonik HYSRF-05

Pantulan gelombang ultrasonik terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek piezoelectric menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.

Prinsip kerja sensor ini adalah transmitter mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan dengan persamaan:

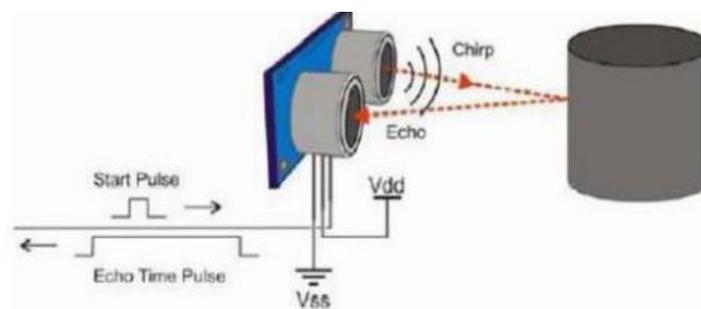
$$s = \frac{vxt}{2} \quad (2.4)$$

Keterangan:

s = jarak (meter)

v = kecepatan suara (344 m/detik)

t = waktu tempuh (detik)



**Gambar 2.3** Prinsip Sensor Ultrasonik

Hcsr-04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3cm–3m dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu TRIGGER dan ECHO. Untuk mengaktifkan HYSRF-05 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin TRIGGER minimal 10  $\mu$ s, selanjutnya HYSRF-05 mengirimkan pulsa positif melalui pin ECHO selama 100  $\mu$ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak

objek. Spesifikasi dari sensor ultrasonik HYSRF-05 adalah sebagai berikut (Arsada, 2017):

- a. Dimensi: 24mm (P) x 20mm (L) x 17mm (T).
- b. Konsumsi Arus: 30 mA (rata-rata), 50 mA (max).
- c. Jangkauan: 3 cm–3 m.
- d. Sensitifitas: diameter 3 cm pada jarak > 1m dengan ketelitian 3 mm.

### **2.3 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik**

Prinsip kerja HYSRF-05 adalah transmitter memancarkan seberkas sinyal ultrasonik (20 KHz) yang berbentuk pulsa, kemudian jika didepan HYSRF-05 ada objek maka receiver akan menerima pantulan sinyal ultrasonik tersebut Receiver akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek didepan sensor dapat diketahui.

Pin trigger dan echo dihubungkan ke mikrokontroler. Untuk memulai pengukuran jarak mikro mengeluarkan output high pada pin trigger selama minimal 10  $\mu$ S sinyal high yang masuk membuat sensor HYSRF-05 ini mengeluarkan gelombang suara ultrasonik. Kemudian ketika bunyi yang dipantulkan kembali ke sensor HYSRF-05, bunyi tadi akan diterima dan membuat keluaran sinyal high pada pin echo yang kemudian menjadi inputan pada mikrokontroler HYSRF-05 akan memberikan pulsa 100  $\mu$ s - 18ms pada outputnya tergantung pada informasi jarak pantulan objek yang diterima. Lamanya sinyal high dari echo inilah yang digunakan untuk menghitung jarak antara sensor HYSRF-05 dengan benda yang memantulkan bunyi yang berada didepan sensor.

Untuk menghitung lamanya sinyal high yang diterima mikrokontroler dari pin echo, maka digunakan fasilitas timer yang ada pada masing-masing mikrokontroler.

Ketika ada perubahan dari low ke high dari pin echo maka akan mengaktifkan timer dan ketika ada perubahan dari high ke low dari pin echo maka akan mematikan timer. Setelah itu yang diperlukan adalah mengkonversi nilai timer dari yang satuannya dalam detik, menjadi ke dalam satuan jarak (inch/cm) dengan menggunakan rumus berikut (Arsada, 2017):

- a. Jarak (inch) = waktu hasil pengukuran (us)/148
- b. Jarak (cm) = waktu hasil pengukuran (us)/58

## 2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah kontroler yang digunakan untuk mengontrol sesuatu atau bahkan beberapa proses yang telah terhubung. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor yang digunakan dalam sebuah PC umum yang beredar. Hal ini karena pada mikrokontroler juga memiliki komponen pendukung sistem, seperti memori dan interface I/O. Sedangkan mikroprosesor hanya berisi CPU saja (Yusrifal, 2017).

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam suatu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer. Secara teknis mikrokontroler terbagi 2 yaitu (Yusrifar, 2017):

1. Reduced Instruction Set Computer (RISC) yaitu mikrokontroler yang memiliki instruksi terbatas tetapi fasilitas yang banyak.
2. Complex Instruction Set Computer (CISC) yaitu mikrokontroler yang memiliki instruksi yang banyak tetapi fasilitas yang terbatas

Keuntungan penggunaan mikrokontroler antara lain (Setiawan, 2014):

1. Rangkaian elektronik menjadi lebih sederhana

2. Pencarian kesalahan lebih mudah
3. Lebih mudah dalam mempelajarinya
4. Biaya untuk membangun sebuah rangkaian elektronik lebih murah.

Agar mikrokontroler dapat melakukan tugasnya maka pada mikrokontroler harus ditanamkan program ke dalam memori flashnya. Ada banyak bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk membuat program ke mikrokontroler seperti assembly, C, Pascal, Basic dan lain-lain (Yusrifar, 2017).

## **2.5 Arduino Uno**

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik yang bersifat open source. Tujuan diciptakan alat ini adalah untuk membaca input yang kemudian diproses hingga menimbulkan suatu output, sehingga memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino memiliki beberapa komponen diantaranya adalah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Chip ini merupakan sesuatu yang paling penting yang ada pada komponen di Arduino. Sebuah chip tersebut dapat diibaratkan sebagai otak dari perangkat elektronik, dikarenakan chip mikrokontrol ini berfungsi sebagai pengendali sekaligus memproses perangkat elektronika dari sebuah perintah yang akan diinginkan) (Massimo, 2014).

Sedangkan arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328 adalah Arduino Uno. Arduino Uno berbasis mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan oscillator 20MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat) dan regulator (pembangkit tegangan) 5 volt (Setiawan, 2014). Arduino Uno menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga

difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam board kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi 14-19. Dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin digital 14-16. Adapun data dari board arduino uno adalah sebagai berikut (Setiawan, 2014):

1. Mikrokontroler : ATmega328
2. Tegangan Operasi : 5V
3. Tegangan Input (recommended) : 7 – 12 V
4. Tegangan Input (limit) : 6 – 20 V
5. Pin Digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
6. Pin Analog Input : 6
7. Arus DC Per Pin I/O : 40 mA
8. Flash Memory : 32 KB
9. SRAM : 2 KB
10. EEPROM : 1 KB
11. Clock Speed : 16 M

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilaksanakan kali ini adalah penelitian dan pengembangan untuk mengembangkan alat elektrolisis air (H<sub>2</sub>O) dengan sensor ultrasonik HYSRF-05 berbasis mikrokontroler.

#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2022 sampai bulan Juli 2022 di Laboratorium Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

#### **3.3 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.3.1 Alat Penelitian**

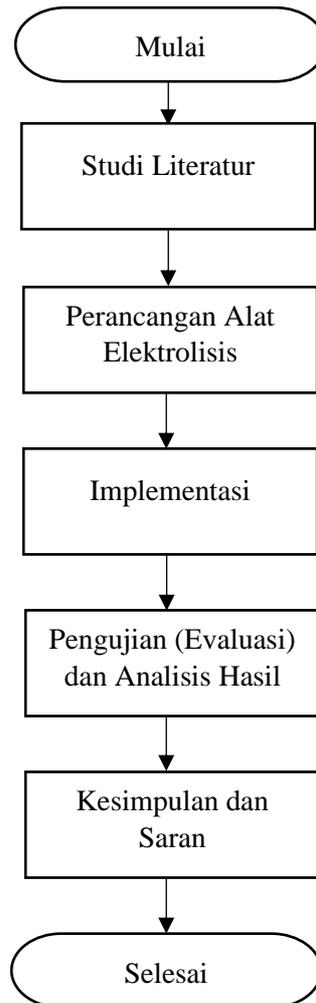
1. Gelas ukur
2. Alat pemotong (pisau, gergaji, gunting, dsb)
3. PC (Komputer)
4. Power Supply
5. Penggaris

##### **3.3.2 Bahan Penelitian**

1. Sensor Ultrasonik HYSRF-05
2. LCD i2c
3. Perekat
4. Kawat konduktor
5. Arduino Uno

6. Air Tanah
7. Asam Cuka
8. Bahan-bahan pembuatan rangkaian alat elektrolisis (Kaca, Elektroda dll).

### 3.4 Prosedur Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

#### 3.4.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan bertujuan untuk mempelajari serta memahami konsep-konsep sistem agar ketika dilakukan perancangan tidak terlalu mengalami kendala. Jenis literatur yang digunakan adalah artikel jurnal. Selain berbagai hasil

penelitian pengembangan alat elektrolisis dan ayat-ayat Al-Qur'an, juga dilakukan studi literatur terkait dengan bahan-bahan yang akan dipergunakan. Berikut ini beberapa bahan yang dipelajari dan dipahami untuk pengembangan otomatisasi alat elektrolisis:

1. Alat Elektrolisis Air (H<sub>2</sub>O)
2. Mikrokontroler
3. Sensor Ultrasonik HYSRF-05

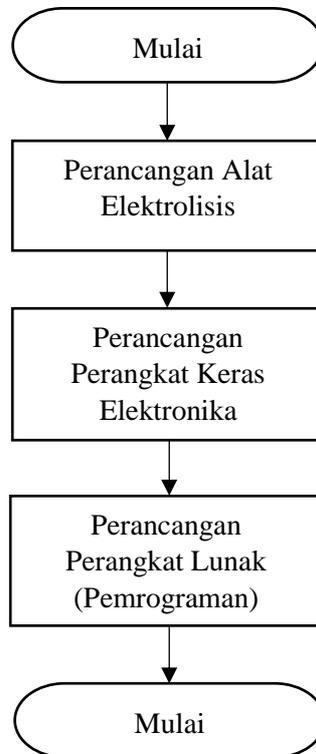
### **3.4.2 Analisis Kebutuhan**

Pada tahap ini merupakan tahap menganalisa kebutuhan yang akan digunakan. Aplikasi ini menggunakan dua komponen yaitu komponen *hardware* dan komponen *software*. Analisis kebutuhan diperlukan agar dapat mengetahui hal-hal yang diperlukan dalam pengembangan alat untuk menghindari penggunaan sumber daya yang tidak perlu. Analisis kebutuhan juga digunakan untuk acuan dalam merancang alat, sehingga perancangan nantinya dapat terbentuk secara sistematis dan terarah. Dalam melakukan analisis kebutuhan salah satu cara yang dapat digunakan adalah melalui kepustakaan yang telah ada, kepustakaan berdasarkan penelitian-penelitian sejenis yang telah dilakukan untuk mengetahui perangkat apa saja yang dapat digunakan dalam pengembangan alat yang akan dibuat selanjutnya.

### **3.4.3 Perancangan**

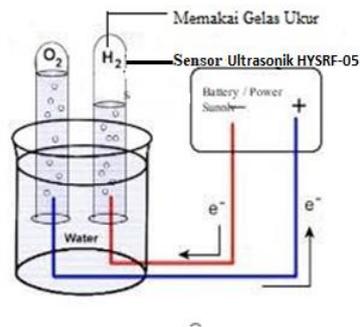
Perancangan dilakukan agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan sistematis. Perancangan bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai implementasi perancangan alat elektrolisis air, perancangan perangkat keras

(rangkaiian sensor dan arduino), perancangan perangkat lunak dari penelitian yang akan dilakukan.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Perancangan

Pada perancangan alat elektrolisis akan digambarkan bagaimana rancangan dari alat elektrolisis yang meliputi perancangan kaca, elektroda, gelas ukur sehingga bisa menjadi alat elektrolisis air. Pada perancangan perangkat keras akan digambarkan bagaimana rancangan rangkaian antar perangkat elektronika yaitu antara sensor Ultrasonik, dan mikrokontroler arduino uno. Perancangan perangkat keras sendiri terdiri dari perancangan integrasi sensor Ultrasonik HYSRF-04 dengan mikrokontroler. Sementara itu, pada perancangan perangkat lunak akan digambarkan bagaimana monitoring dan kontroling terhadap alat yang dibuat yang nantinya akan ditampilkan pada PC.



**Gambar 3.3** Desain Alat Elektrolisis

### 3.4.4 Implementasi

Implementasi sistem dilaksanakan berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Untuk melakukan implementasi sistem, ada beberapa tahapan yaitu:

1. Implementasi alat elektrolisis air. Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan alat elektrolisis air agar dapat berfungsi sebagaimana fungsinya dan seefisien mungkin, dengan menggunakan gelas ukur sebagai tabung penampung gas oksigen dan gas hydrogen yang dihasilkan sehingga dapat diketahui berapa volume gas hydrogen yang dihasilkan.
2. Implementasi perangkat keras elektronika berbasis mikrokontroler. Pada tahap ini akan dilakukan konfigurasi perangkat sensor Ultrasonik HYSRF-04 dengan mikrokontroler arduino uno. Konfigurasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa kedua sensor yang akan digunakan dapat terintegrasi dengan mikrokontroler arduino uno.
3. Implementasi perangkat lunak. Pengimplementasian perangkat lunak meliputi implementasi monitoring suhu dan tekanan dari gas hydrogen yang dihasilkan. Pengimplementasian ini adalah menampilkan semua data yang didapatkan oleh sensor HYSRF-04.

### 3.4.5 Kalibrasi Sensor Ultrasonik HYSRF-04

Kalibrasi sensor dilakukan untuk mengetahui keakuratan awal dari sensor, sehingga sensor dapat diketahui eror nya dan diperbaiki hasilnya. Kalibrasi sensor HYSRF-04 pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil baca sensor ultrasonic HYSRF-04 dengan perhitungan manual menggunakan penggaris.

**Tabel 3.2** Perbandingan Gas Hidrogen dengan Hail Ukur Sensor Ultrasonik HYSRF-05 (mm)

Penggaris (mm)	Hasil ukur sensor ultrasonik (mm)
250	
200	
Dst.	

Hasil dari perbandingan antara hasil ukur sensor ultrasonic HYSRF-05 dan pengukuran manual menggunakan penggaris ini kemudian di plot ke dalam grafik menggunakan Microsoft Excel untuk dicari persamaan polynomial dan regresi nya. Dari persamaan polynomial dan regresi ini dapat diketahui sensitivitas sensor dan zero offset sehingga sensor bisa diperbaiki hasil ukur nya agar hasil nya dapat lebih akurat.



**Gambar 3.4** Kalibrasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05

### 3.4.6 Pengujian (Evaluasi) dan Analisis Hasil Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dan kekurangan yang dimiliki oleh sistem yang telah dibuat. Pengujian alat juga dilakukan untuk mengetahui tingkat efisiensi dari alat yang telah dibuat. Beberapa skenario yang dilakukan untuk pengujian adalah sebagai berikut:

1. Pengujian alat elektrolisis dapat menghasilkan gas hydrogen seefisien mungkin.
2. Pengujian program yang telah dibuat untuk mikrokontroler dan sensor-sensor yang akan digunakan.
3. Pengujian sensor ultrasonic HYSRF-04 seberapa akurat dalam mengukur volume dari gas hydrogen yang dihasilkan.

**Tabel 3.3** Pengujian Sensor Ultrasonik HYSRF-05 dan Alat elektrolisis

No	Waktu (menit)	Hasil Pengukuran Manual/ Penggaris (mm)	Pengukuran Volume Manual (ml)	Pengukuran Jarak Sensor Ultrasonik (mm)	Pengukuran Volume Sensor Ultrasonik (ml)
1	5				
2	10				
3	30				
4	Dst.				

Sementara Analisa hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat elektrolisis yang dikembangkan telah sesuai dengan tujuan perancangan alat. Kemudian dalam tahap ini juga akan ditentukan deviasi pengukuran dari alat elektrolisis yang dikembangkan.

### **3.4.7 Pengambilan Kesimpulan dan Saran**

Pengambilan kesimpulan dan saran merupakan tahapan akhir dari proses penelitian, yang nantinya dapat disimpulkan mengenai bagaimana alat yang telah dibuat. Kesimpulan dapat diambil dari kelebihan serta kekurangan alat yang telah dibuat, hasil dari uji alat yang telah dilakukan, dan kesesuaian alat antara teori dan praktik, yang nantinya akan menjawab rumusan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Saran dimaksudkan untuk memberikan masukan terhadap kekurangan-kekurangan yang ada di dalam alat yang telah dibuat, yang nantinya dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

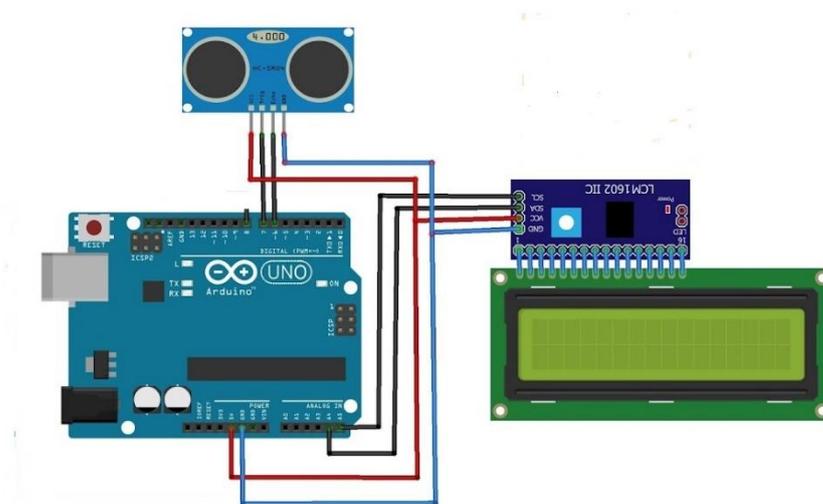
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat alat elektrolisis H<sub>2</sub>O dengan menambahkan sensor ultrasonik HYSRF-05. Sensor ultrasonik tersebut digunakan untuk memonitoring selisih ketinggian air pada saat proses elektrolisis berlangsung. Perbedaan ketinggian permukaan air tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan volume hidrogen yang dihasilkan dalam proses elektrolisis. Proses elektrolisis air (H<sub>2</sub>O) dalam penelitian ini dilakukan dengan menambahkan asam cuka.

#### 4.1 Hasil Rancang Bangun Alat

##### 4.1.1 Prinsip Kerja dan Rangkaian Komponen Elektronika



**Gambar 4.1** Rangkaian Komponen Elektronik Alat Elektrolisis

Rancangan komponen elektronika terdiri atas 1 sensor ultrasonik HYSRF-05, 1 LCD I2C 16x2, dan mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler ini berfungsi sebagai otak dari seluruh komponen elektronika yang terhubung pada alat elektrolisis yang dibuat. Sementara itu, program dibuat dengan menggunakan software Arduino IDE untuk memberikan perintah kepada mikrokontroler.

Sensor ultrasonik HYSRF-05 yang digunakan dalam rangkaian elektronika berfungsi menangkap input data dari objek yang diteliti. Sensor HYSRF-05 dapat memancarkan gelombang ultrasonik melalui transmitter. Kemudian gelombang tersebut di pantulkan oleh objek yang akan di ukur jaraknya dan diterima oleh receiver. Hasil pengukuran jarak tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung perbedaan ketinggian permukaan air yang dinyatakan dalam satuan panjang, yaitu milimeter (mm). Sementara itu, *trigger* dari sensor dihubungkan pada pin 7, dan pin echo dihubungkan pada pin 6. Sedangkan, tegangan input ( $V_{in}$ ) dihubungkan ke pin 5V, dan GND dihubungkan ke pin GND pada board arduino uno.

LCD i2c 16x2 digunakan pada rangkaian komponen elektronika tersebut sebagai indikator yang berfungsi untuk menampilkan data output. LCD i2c 16x2 ini mampu menampilkan huruf sebanyak 16 baris dan 2 kolom. Pin SDA pada LCD i2c dihubungkan pada pin A0, dan kemudian pin SCL dari LCD i2c dihubungkan pada pin A1. Sedangkan,  $V_{in}$  dihubungkan pada pin 5 V dan GND dihubungkan ke pin GND pada board arduino uno.

Pada prinsipnya, rangkaian komponen elektronika pada alat elektrolisis air ini berfungsi untuk memonitoring selisih ketinggian permukaan air yang berada pada tabung ukur pada saat proses elektrolisis berlangsung. Perubahan tinggi permukaan air tersebut terjadi karena adanya gas hidrogen yang dihasilkan melalui proses elektrolisis dan menekan permukaan air pada tabung. Prinsip kerja dari rangkaian komponen elektronika yang sudah dirangkai tersebut mengandalkan sensor ultrasonik HYSRF-05 sebagai pengukur selisih ketinggian permukaan air. Sensor ultrasonik mengukur ketinggian air yang terbaca, dan kemudian mikrokontroler mengirimkan hasil dari sensor ultrasonik agar ditampilkan oleh LCD i2c 16x2. Jika

ketinggian permukaan air dapat ditentukan, selanjutnya volume gas hidrogen yang dihasilkan juga akan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan volume, yaitu: tinggi x luas penampang tabung.

#### **4.1.2 Rancangan dan Prinsip Kerja Alat Elektrolisis Air**

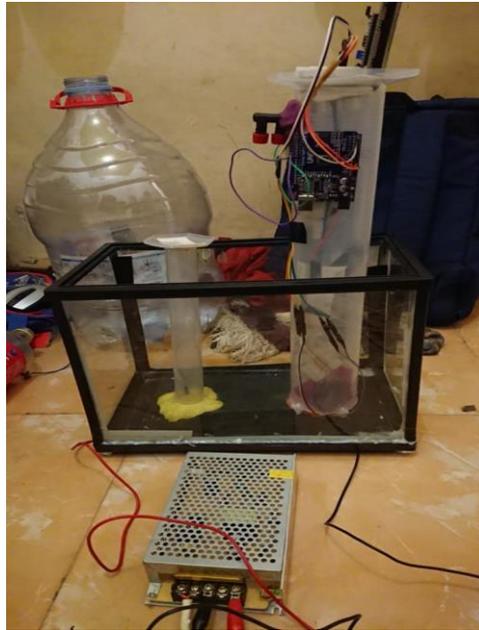
Rancangan alat elektrolisis air terdiri dari 2 elektroda karbon, 1 power supply, 1 aquarium akrilik, dan tabung ukur. Alat ini berfungsi untuk memecah molekul air  $H_2O$  menjadi  $2H_2$  dan  $O_2$  dengan bantuan arus listrik yang dialirkan melewati elektrolit.

Dua batang elektroda karbon pada alat ini berfungsi sebagai katoda dan anoda. Katoda merupakan elektroda negatif dan anoda merupakan elektroda positif. Pada proses elektrolisis air, gas hidrogen ( $H_2$ ) terbentuk di katoda (kutub negatif) dan gas oksigen ( $O_2$ ) terbentuk di anoda (kutub positif). Hal ini terjadi karena katoda yang bersifat negatif menarik ion  $H^+$  yang bersifat positif dan sebaliknya. Pada penelitian ini elektroda dipasang menyentuh dasar aquarium dan secara keseluruhan terendam oleh larutan elektrolit (air yang ditambahkan asam cuka).

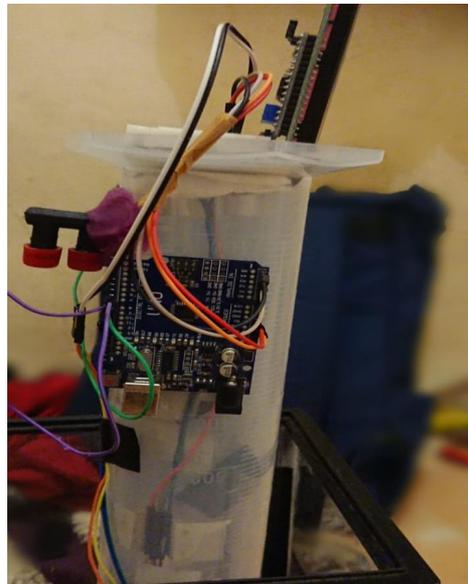
Power supply yang digunakan pada alat ini memiliki tegangan DC 12V. Ia berfungsi untuk memberikan tegangan listrik pada saat proses elektrolisis air berlangsung. Power supply tersebut dihubungkan dengan kedua elektroda yaitu katoda dan anoda sebagai sumber tegangan untuk mengionisasi molekul air menjadi  $H_2$  dan  $O_2$ .

Komponen utama lain dari alat elektrolisis yang dikembangkan adalah aquarium akrilik dan tabung ukur. Aquarium akrilik berfungsi sebagai wadah air yang akan di elektrolisis dan tempat dipasangnya elektroda. Sementara itu, tabung ukur pada penelitian ini berfungsi untuk menampung gas hydrogen yang dihasilkan

pada saat proses elektrolisis. Selain fungsi tersebut, tabung ukur juga berfungsi untuk menentukan pengukuran selisih ketinggian permukaan air secara manual, dan wadah untuk menempatkan katoda.

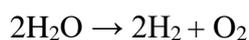


**Gambar 4.2** Alat Elektrolisis Yang Sudah Dirangkai Dengan Komponen Elektronika (Tampak Depan)



**Gambar 4.3** Alat Elektrolisis Yang Sudah Dirangkai Dengan Komponen Elektronika (Tampak Samping)

Prinsip kerja dari alat elektrolisis air ini, yaitu mengalirkan arus listrik yang berasal dari power supply sebagai sumber tegangan. Selanjutnya arus listrik tersebut diteruskan ke katoda dan anoda. Kemudian katoda dan anoda yang dialiri arus listrik akan memecah molekul air menjadi:



Gas H<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang dihasilkan berupa gelembung dan bergerak menuju ke permukaan air. Pada katoda yang sudah di tempatkan di dalam tabung ukur, gas hidrogen akan naik dan menekan ke bawah air yang ada di dalam tabung dan menyebabkan adanya selisih ketinggian pada permukaan air di dalam tabung ukur. Dari selisih ketinggian air ini dapat dihitung volume gas hidrogen yang sudah dihasilkan pada saat proses elektrolisis.

## **4.2 Hasil Uji Alat**

### **4.2.1 Pengujian Mikrokontroler Arduino Uno**

Mikrokontroler diprogram menggunakan software Arduino IDE yang dapat digunakan pada berbagai sistem operasi. Arduino IDE juga dibekali dengan program avrdude yang membuatnya dapat mengubah file text menjadi kode dalam bentuk hexadecimal encoding. Selain itu, Arduino IDE yang dari awal dikembangkan bersifat open sources hingga membuatnya sangat mudah digunakan baik itu oleh professional maupun amatir.

Pengujian mikrokontroler dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno yang dihubungkan melalui kabel USB pada PC. Apabila lampu LED pada mikrokontroler telah menyala baik itu pada papan boardnya maupun pada chip ESPnya, maka mikrokontroler telah siap digunakan. Sebelum memasukan program pada mikrokontroler arduino uno, terlebih dahulu perlu memperhatikan

apakah port yang tertera pada aplikasi arduino uno sudah sesuai dengan port terhubungnya mikrokontroler arduino tersebut.

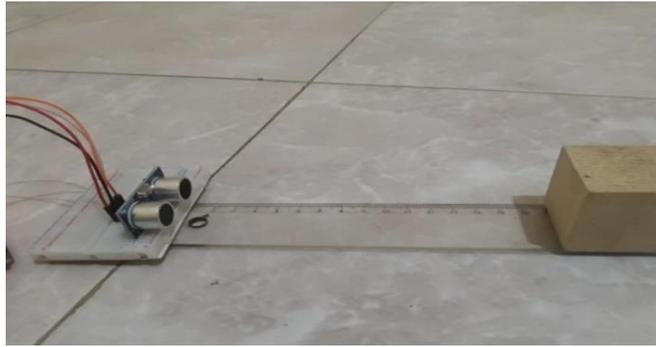
#### **4.2.2 Pengujian Sensor Ultrasonik HYSRF-05**

Sebagaimana sudah dijelaskan bahwa sensor HYSRF-05 dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur selisih ketinggian permukaan air pada saat proses elektrolisis berlangsung. Sensor ini ditempatkan dibagian atas tabung ukur agar tidak terendam larutan elektrolit yang digunakan pada proses elektrolisis. Sensor ini dapat mengubah gelombang suara menjadi arus listrik, sehingga *chip* pada sensor dapat menentukan besarnya menjadi panjang. Sensor HYSRF-05 terdiri dari dua bagian utama, yakni Transmitter dan Receiver. Transmitter berfungsi sebagai pemancar gelombang dan Receiver bertugas sebagai penerima gelombang. Selain kedua bagian utama tersebut sensor ini juga dilengkapi dengan empat pin yang memiliki fungsi masing-masing. Pin VCC bertugas sebagai pin daya dari sumber listrik. Pin GND sebagai pin yang menggroundkan arus pada sensor. Sedangkan, kedua pin TRIG dan pin ECHO berfungsi sebagai pengirim logika pada mikrokontroler.

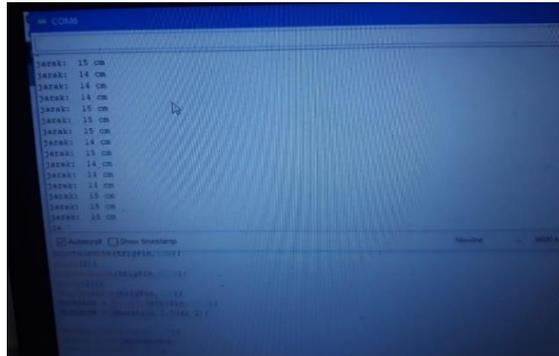
Sensor bekerja ketika pin TRIG pada sensor mendapat logika 1 yang secara otomatis akan memancarkan gelombang ultrasonik melalui transmitter. Gelombang yang terpancar akan kembali ketika menabrak permukaan benda yang ditumbuknya dan terpantul balik menuju Receiver. Ketika gelombang belum sampai ke Receiver, maka pin ECHO masih tetap menghasilkan logika 0. Namun ketika gelombang sampai ke Receiver, maka pin ECHO akan menghasilkan logika 1. Dari proses tersebut selanjutnya dapat ditentukan jarak sebenarnya dengan menghitung durasi pin ECHO merubah logika 0 menjadi logika 1.

Setelah semua pin pada sensor terhubung dengan benar ke mikrokontroler, maka coding yang sudah disiapkan dapat di upload pada mikrokontroler. Pengujian pada sensor ultrasonik HYSRF-05 dalam penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkalibrasi alat yang dikembangkan agar bisa diketahui apakah alat tersebut dapat digunakan dalam eksperimen atau tidak.

Pada penelitian ini, kalibrasi sensor ultrasonik dimaksudkan untuk menentukan akurasi atau ketelitian alat elektrolisis yang dikembangkan. Proses kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran perbedaan tinggi permukaan air yang ditunjukkan oleh sensor dengan jarak yang ditentukan melalui pengukuran langsung. Untuk menentukan perbedaan atau kedekatan hasil pengukuran sensor dan pengukuran secara langsung, maka RMSEnya perlu dihitung. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil pengukuran dari sensor sudah akurat, yakni sudah sesuai atau mendekati hasil pengukuran jarak (perubahan ketinggian permukaan air) yang ditentukan melalui pengukuran langsung. Kalibrasi sensor ultrasonik pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mistar dan sensor untuk membandingkan nilai hasil pengukuran. Target yang digunakan untuk pengujian ini adalah balok kayu. Sedangkan, untuk validasi, pengujian dilakukan dengan menggunakan air sebagai target. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sensor yang digunakan pada alat elektrolisis dapat mengukur ketinggian air. Grafik data hasil kalibrasi dan validasi sensor dapat dilihat pada gambar 4.4 dan 4.5.



**Gambar 4.4** Kalibrasi Sensor Ultrasonik Menggunakan Mistar



**Gambar 4.5** Hasil Serial Monitor Pada Aplikasi Arduino

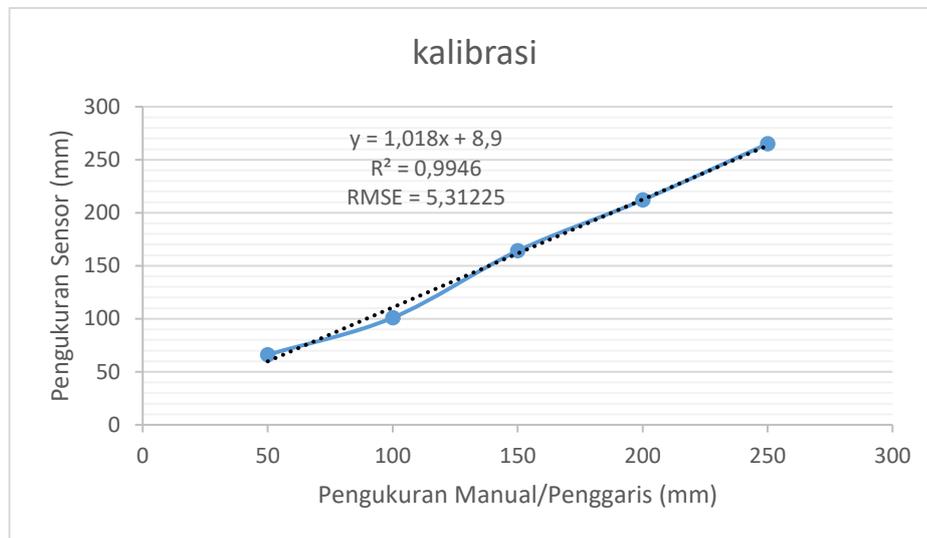
Hasil kalibrasi sensor ultrasonik HYSRF-05 disajikan dalam tabel 4.1 dan gambar 4.6.

**Tabel 4.1** Kalibrasi sensor ultrasonik HYSRF-05 untuk Pengukuran Panjang Balok Kayu

X penggaris (mm)	Y sensor (mm)	$Y_{\text{prediksi}}$	$Y - Y_{\text{prediksi}}$	$(Y - Y_{\text{prediksi}})^2$	%Error
250	265	263,4	1,6	2,56	0,06
200	212	212,5	-0,5	0,25	0,06
150	164	161,6	2,4	5,76	0,09
100	101	110,7	-9,7	94,09	0,01
50	66	59,8	6,2	38,44	0,32
				$\Sigma = 141,1$	Rata-rata Error (%) = 0,1087

Perhitungan RMSE (Root Mean Square Error) adalah sebagai berikut:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y_{\text{prediksi}})^2}{n}} = \sqrt{\frac{141,1}{5}} = 5,31225$$



**Gambar 4.6** Grafik Kalibrasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05 Dengan Menggunakan Balok Kayu

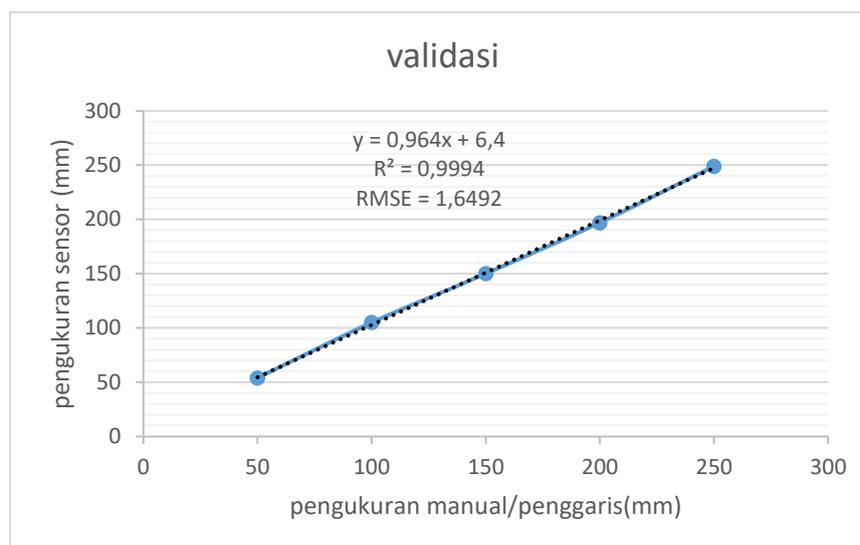
Hasil validasi sensor ultrasonik HYSRF-05 disajikan pada tabel 4.2 dan gambar 4.7

**Tabel 4.2** Validasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05 Menggunakan Objek Air

X penggaris (mm)	Y sensor (mm)	$Y_{\text{prediksi}}$	$Y - Y_{\text{prediksi}}$	$(Y - Y_{\text{prediksi}})^2$	% Error
250	249	247,4	1,6	2,56	0,004
200	197	199,2	-2,2	4,84	0,015
150	150	151	-1	1	0
100	105	102,8	2,2	4,84	0,05
50	54	54,6	-0,6	0,36	0,08
				$\Sigma = 13,6$	Rata-rata Error (%) = 0,030

Perhitungan RMSE (Root Mean Square Error) validasi sensor adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y_{\text{prediksi}})^2}{n}} = \sqrt{\frac{13,6}{5}} = 1,6492$$



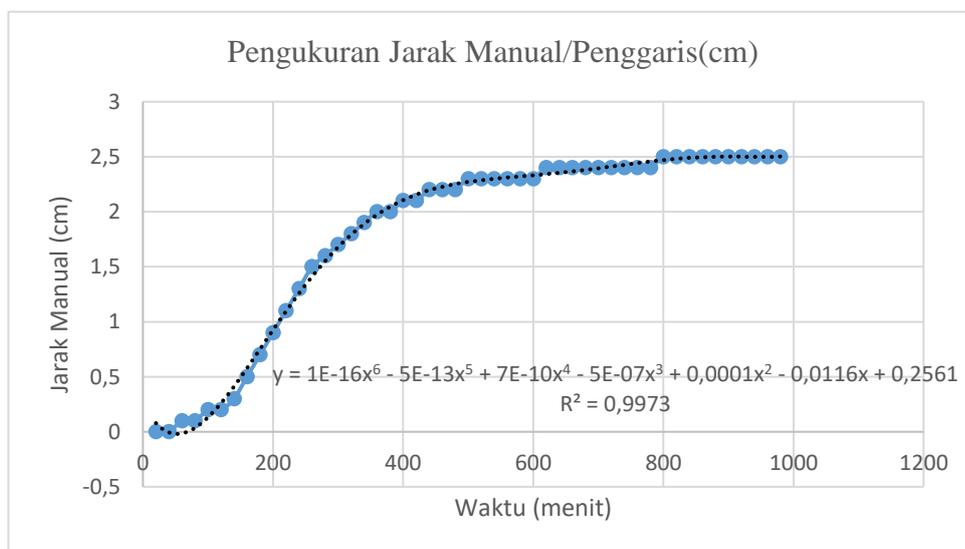
**Gambar 4.7** Grafik Validasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05 Dengan Menggunakan Perubahan Ketinggian Air

Dari tabel tersebut di atas dapat diketahui bahwa kalibrasi sensor memiliki RMSE sebesar 11,88 untuk balok kayu dan RMSE sebesar 2,64 pada saat validasi menggunakan objek air. Ini membuktikan bahwa sensor ultrasonik HYSRF-05 lebih sensitif dan akurat digunakan untuk mengukur ketinggian pada saat validasi dengan target air dibandingkan pada saat dilakukan kalibrasi. Dengan demikian, keputusan penggunaan sensor ultrasonik HYSRF-05 untuk mengukur perubahan ketinggian permukaan air dalam rangka menentukan volume gas hidrogen yang dihasilkan melalui proses elektrolisis sudah tepat dan benar.

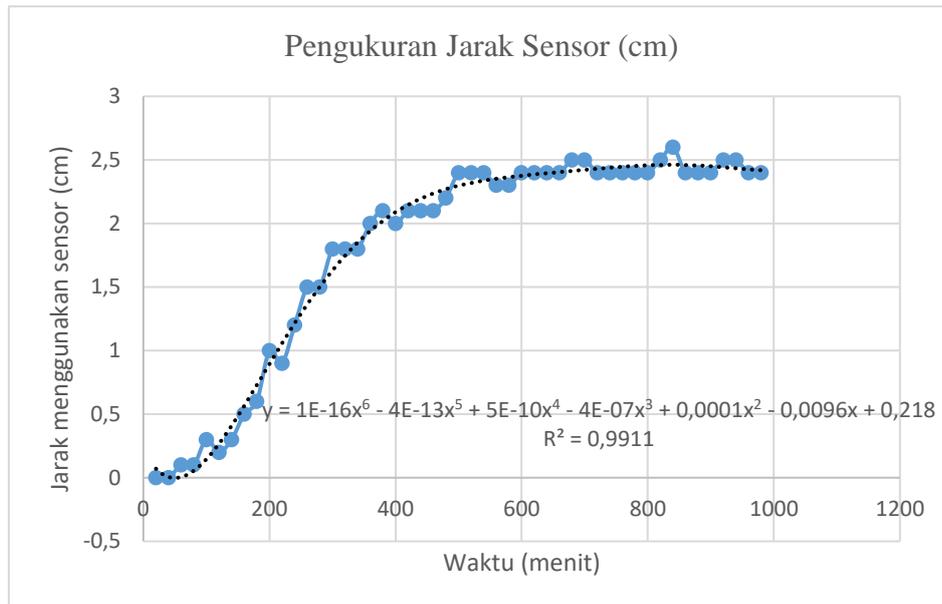
#### 4.2.3 Pengujian Alat dan Pengambilan data

Selanjutnya, uji coba dilakukan pada alat elektrolisis air yang sudah digabungkan dengan rangkaian alat elektronika. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi hasil pengukuran dari alat elektrolisis yang sudah dikembangkan pada penelitian ini.

Pengujian alat dilakukan dengan menentukan selisih ketinggian permukaan air yang terjadi pada tabung ukur. Ini dilakukan dengan cara membandingkan selisih ketinggian permukaan air yang dibaca oleh sensor ultrasonik yang diletakan diatas katoda dan ditampilkan pada serial monitor LCD i2c dengan pengukuran manual menggunakan penggaris yang sudah ditempel pada tabung ukur. Pengujian ini dilakukan selama proses elektrolisis air berlangsung dan dimungkinkan sampai proses elektrolisis air tersebut berhenti. Pada pengujian ini air yang digunakan berubah menjadi larutan elektrolit karena sudah dicampur dengan asam cuka (asam asetat) 20%, dan dengan perbandingan 5:1,5. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rangkaian elektronik dan alat elektrolisis air yang dikembangkan dalam penelitian ini sudah dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya. Berikut ini tabel hasil pengukuran perubahan ketinggian permukaan air yang diukur dengan sensor unltrasonik dan pengukuran langsung secara manual dengan penggaris yang valid. Gambar 4.9 dan 4.10 memperlihatkan grafik perbandingan hasil pengukuran perubahan ketinggian permukaan air dengan sensor dan manual dengan penggaris yang valid.

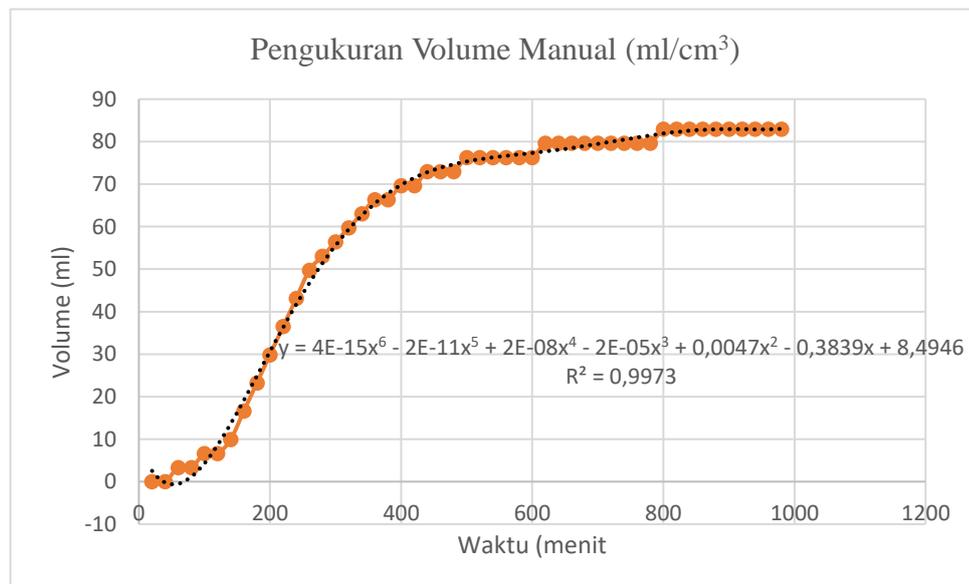


**Gambar 4.8** Grafik Pengukuran Jarak Manual/Penggaris

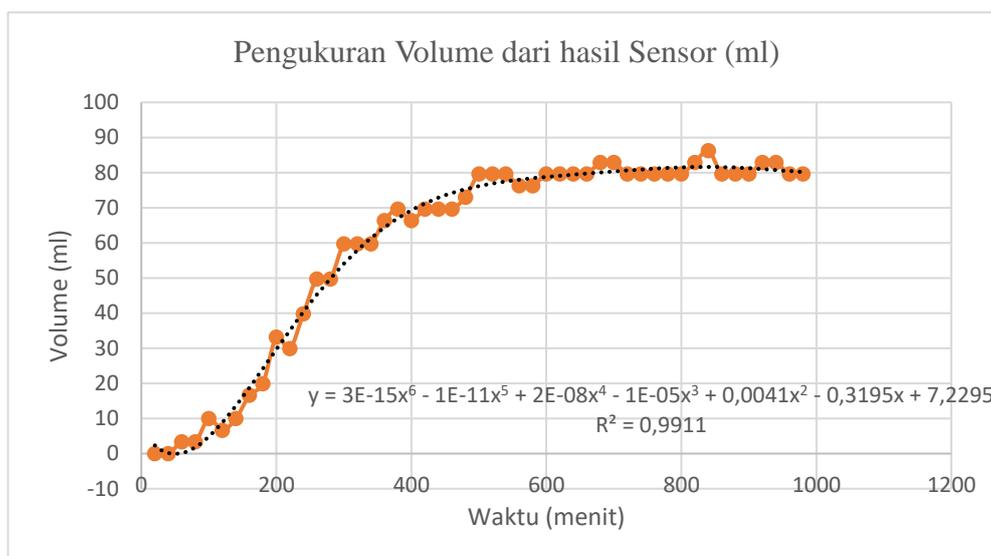


**Gambar 4.9** Grafik Pengukuran Jarak dengan Sensor

Gambar 4.10 dan 4.11 memperlihatkan grafik perbandingan hasil pengukuran volume gas hydrogen yang dihasilkan yang diukur dengan sensor dan manual dengan penggaris yang valid.



**Gambar 4.10** Grafik Pengukuran Volume Manual



**Gambar 4.11** Grafik Pengukuran Volume Sensor

### 4.3 Pembahasan

Alat elektrolisis air berhasil dikembangkan dalam penelitian ini dengan menggunakan sensor ultrasonik yang dirancang untuk memonitoring selisih ketinggian permukaan air yang ditempatkan pada tabung ukur diatas katoda. Alat elektrolisis yang dirancang mengandalkan arus listrik dari power supply yang dihubungkan pada kedua elektroda. Saat power supply beroperasi dan kabel pada mikrokontroler sudah dihubungkan pada PC, seluruh rangkaian yang ada pada alat elektrolisis akan otomatis berjalan sesuai fungsinya.

Saat proses elektrolisis berlangsung, air yang sudah ditambahkan asam cuka menjadi larutan elektrolit akan bereaksi dan membentuk gelembung gas hidrogen di elektroda. Gelembung gas hidrogen di elektroda akan naik ke permukaan air yang ada dalam tabung dan terkumpul di dalamnya. Gas hidrogen yang sudah terkumpul tidak dapat keluar dari tabung ukur, sehingga gas hidrogen tersebut akan menekan air yang berada didalam tabung. Tekanan pada air yang disebabkan oleh gas

hidrogen akan menyebabkan selisih ketinggian dari permukaan air yang ada didalam tabung ukur. Sensor ultrasonik pada rangkaian alat ini berfungsi untuk memonitoring selisih ketinggian permukaan air tersebut.

Sensor ultrasonik HYSRF-05 merupakan bagian utama, karena sensor ini akan digunakan sebagai alat ukur utama yang akan diuji coba; Dan, hasil pengukurannya akan dibandingkan dengan hasil pengukuran manual yang menggunakan penggaris. Sensor ultrasonik yang sudah dirangkai dengan mikrokontroler arduino uno yang sudah diinput program, secara otomatis akan mengukur jarak antara sensor ultrasonik dengan permukaan air dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD i2c dan fitur serial monitor yang ada pada aplikasi Arduino IDE.

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan data oleh sensor. Untuk kalibrasi pertama dengan dengan benda padat bidang datar berupa balok kayu, sensor ultrasonic pada penelitian ini menunjukkan  $RMSE = 5,31225$  dan persentase error (kesalahan) yaitu sebesar 0,1087%. Kemudian dilakukan kalibrasi kedua dengan target permukaan air menunjukkan  $RMSE$  sebesar 1,6492, dan persentase error (kesalahan) sebesar 0,03%. Menurut Arif Hidayat pada penelitiannya yang berjudul “Sistem Kontrol Pompa Air Pada Sumur Berbasis Sensor Ultrasonik dan Sensor Aliran Air”, sensor ultrasonik masih dikatakan akurat ketika memiliki persentase error (kesalahan) sebesar 3% (Hidayat, 2020). Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Brigitta Meidiar Kristiantari yang berjudul “Alat Ukur Tinggi Badan Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Dengan Tampilan LCD Bergerak dan Suara”, hasil kalibrasi sensor ultrasonic yang dilakukan menunjukkan persentase error

(kesalahan) rata-rata yang sangat kecil yaitu 1,105% (Kristriantari, 2017). Penelitian lain mengenai kalibrasi sensor ultrasonik dilakukan oleh Suryadi pada tahun 2021 dengan judul “Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan air”. Kalibrasi sensor yang dilakukan pada penelitian tersebut, dari 4 data yang diambil dari hasil pengukuran sensor diperoleh error (kesalahan) rata-rata sebesar 1,211% (Suryadi, 2021). Penelitian selanjutnya mengenai pengembangan kegunaan sensor ultrasonik adalah penelitian yang dilakukan oleh Imam Muklison, Ahmad Sholehuddin, dan Muklison pada tahun 2017 dengan judul “Pendeteksi Volume Tandon Air Secara Otomatis menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno R3”. Nilai data kalibrasi diperoleh dengan persamaan  $y = 0,0577x - 0,0325$ , dengan besar regresi  $R^2 = 0,998$ . Dari kalibrasi data diperoleh error (kesalahan) tertinggi sebesar 3% dan error (kesalahan) rata-rata rata-rata sebesar 1,367% (Sholehuddin, 2017). Sensor yang menunjukkan hasil dengan persentase error (kesalahan) yang lebih kecil bermakna bahwa sensor tersebut lebih akurat. Menurut teori, sensor dapat digunakan dan dikatakan akurat apabila memiliki besar error (kesalahan)  $\leq 5\%$ . Sebaliknya, sensor dengan persentase error (kesalahan) lebih besar dari 5%, maka sensor tersebut harus dikalibrasi ulang dengan cara yang sama (Mozaik, 2017). Kalibrasi sensor pada penelitian ini memiliki nilai error (kesalahan) rata-rata yang lebih kecil dari beberapa penelitian terdahulu. Mengacu pada hasil dari beberapa penelitian tersebut sebagaimana telah dijelaskan diatas, dapat dikatakan bahwa hasil kalibrasi yang sudah dilakukan pada alat elektrolisis yang dikembangkan pada penelitian ini, maka alat elektrolisis tersebut dapat dinyatakan akurat dan dapat digunakan sebagai alat eksperimen.

Selain itu, mengacu kepada tabel dan grafik 4.8 sampai 4.11, dapat diketahui regresi ( $R^2$ ) melalui fit plot polynomial ordo 6 dan mendapatkan hasil  $R^2$  berturut-turut yaitu:  $R^2= 0,9973$  untuk pengukuran jarak manual (menggunakan penggaris);  $R^2= 0,9911$  untuk pengukuran jarak dengan sensor;  $R^2= 0,9973$  untuk pengukuran volume manual; dan  $R^2= 0,9911$  untuk pengukuran volume dengan sensor. Berdasarkan grafik dan trendline yang sudah ditunjukkan menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh melalui pengukuran dengan menggunakan sensor sama dengan hasil pengukuran secara manual, walaupun ada beberapa titik yang berbeda atau memiliki error (kesalahan). Hal ini disebabkan karena sensor ultrasonik HYSRF-05 yang digunakan memiliki sensitivitas sebesar 3 mm. Pada ujung trendline menunjukkan bahwa trendline steady state yang berarti tidak ada penambahan produksi gas hidrogen yang dapat menyebabkan perubahan ketinggian permukaan air. Satu hal yang perlu dicatat bahwa pada saat penelitian terdapat kendala kebocoran pada aquarium yang digunakan, tetapi kebocoran tersebut dapat diatasi dengan cara menutup bagian yang bocor dengan menggunakan plastisin. Selain itu, dengan membandingkan hasil beberapa penelitian sebelumnya yang terfokus pada pengembangan alat dapat dipahami bahwa perbedaan alat elektrolisis yang dirancang pada penelitian ini dengan alat elektrolisis yang dikembangkan pada penelitian yang lainnya adalah gas hidrogen baru yang dihasilkan dengan alat elektrolisis yang dikembangkan pada penelitian ini baru terdeteksi pada 40 menit pertama. Pada 40 menit pertama, rancang bangun alat elektrolisis lain sudah menunjukkan selisih ketinggian air; Sedangkan alat elektrolisis air yang dirancang pada penelitian ini belum menunjukkan selisih ketinggian permukaan air yang menandakan gas hidrogen yang dihasilkan belum cukup mampu menekan

permukaan air. Hal ini dapat dimungkinkan karena alat elektrolisis air yang dirancang pada penelitian ini memiliki ruang kosong antara permukaan air dan sensor ultraviolet yang ditempatkan di atas dari tabung ukur yang digunakan. Alat elektrolisis yang dikembangkan pada penelitian ini dibuat sedemikian rupa untuk memiliki ruang antara permukaan air dan sensor ultrasonik untuk mencegah agar sensor tidak terkena air. Dengan demikian dan terjadi korsleting pada sensor ultrasonik yang digunakan. Sementara itu, keunggulan alat elektrolisis yang dirancang pada penelitian ini adalah dapat memonitoring volume gas hidrogen yang dihasilkan melalui proses elektrolisis dengan mudah dan secara otomatis terdisplay pada LCD i2c 16x2 yang digunakan pada rangkaian komponen elektronika dan dengan akurasi (ketelitian) hasil pengukuran sebesar 99,96%.

Tingkat ketelitian ini lebih baik dari batas atau akurasi yang ditetapkan yaitu 95%. Nilai 95% yang dijadikan batas tingkat ketelitian merupakan nilai ketidakpastian yang dicantumkan dalam sertifikat kalibrasi (Kusnadi, 2011). Sedangkan, standar akurasi sistem pengukuran yang dilekukan Amerika Society for Testing and Material (ASTM) juga menetapkan batas akurasi agar alat eksperimen atau industri dapat digunakan adalah 95% (Edgerley, 1998).

Alat elektrolisis yang dikembangkan dalam penelitian ini tentunya akan dapat digunakan untuk menghasilkan sumber energi hidrogen sebagai sumber energi terbarukan yang memiliki kandungan kalor yang relatif besar dan ramah lingkungan. Hidrogen dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin, pembangkit listrik dan penghasil panas (api) untuk kegiatan industri dan rumah tangga.

#### 4.4 Integrasi Penelitian Dengan Al-Qur'an

Air merupakan salah satu bahan yang tersedia di alam yang diciptakan sangat berlimpah di bumi oleh Allah SWT. Bahkan perbandingan lautan dan daratan adalah 7:3 yang menandakan bahwa jumlah air di bumi jauh lebih luas dibanding dengan daratan. Tidak hanya diciptakan berlimpah, air juga memiliki daurnya sendiri yang menjadikan air sebagai sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Proses daur air ini juga dijelaskan dalam Al-Qur'an pada Q.S An-Nur ayat: 43

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُرْسِلُ سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُمْ يَوْمَ يَعْلَهُمْ زَكَاةً فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ ۚ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا مِنْ بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ ۚ مَنْ يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ ۚ عَنْ مَنْ يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ ۚ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ

*“Tidakkah engkau melihat bahwa Allah menjadikan awan bergerak perlahan, kemudian mengumpulkannya, lalu Dia menjadikannya bertumpuk-tumpuk, lalu engkau lihat hujan keluar dari celah-celahnya dan Dia (juga) menurunkan (butiran-butiran) es dari langit, (yaitu) dari (gumpalan-gumpalan awan seperti) gunung-gunung, maka ditimpakan-Nya (butiran-butiran es) itu kepada siapa yang Dia kehendaki dan dihindarkan-Nya dari siapa yang Dia kehendaki. Kilauan kilatnya hampir-hampir menghilangkan penglihatan”*

Dalam ayat tersebut dapat dipahami bahwa proses terjadinya air hujan bermula dari awan yang mendung yang menggumpal di langit, kemudian awan tersebut saling mendorong, berkumpul dan bertumpuk-tumpuk, ketika udara di langit dingin, terbentuklah embun atau bahkan membeku menjadi butiran-butiran es yang kemudian berjatuh ke bumi. Awan yang bertumpuk-tumpuk sebagian menjadi air hujan, dan hanya sebagian kecil yang membeku dan menjadi butiran-butiran es, karena itulah hujan tercurah ke bumi.

Dalam tafsir Ibnu Katsir dijelaskan bahwa Allah SWT. memberitahukan bahwa dia mengarak awan dengan kekuasaanNya yang pada permulaan penciptaannya itu ia dalam keadaan lemah. “kemudian mengumpulkan di

antaranya”, yakni menyatukan awan- awan itu,”lalu menjadikannya bertumpuk-tumpuk sehingga kelihatan olehmu hujan keluar dari celah-celahnya”. Firman Allah bahwasannya Allah SWT. pun menurunkan es dari langit, dari gumpalan seperti gunung. Dalam penggalan ini , kata “gunung” merupakan kiasan untuk awan. Firman Allah: ”Lalu ditimpakannya es itu kepada siapa yang Dia kehendaki”. Yang ditimpakan itu ialah hujan es dari langit. Dan firman Allah SWT: ”Lalu ditimpakannya kepada siapa yang Dia kehendaki”, berarti rahmat bagi manusia. “Dan dipalingkan dari siapa yang ia kehendaki”. Berarti Dia tidak menurunkan hujan kepada mereka, dan kemungkinan juga bahwasannya ”Kemudian ditimpakan-Nya es itu” , berarti azab bagi siapa yang di kehendaki.

Dalam firman-Nya, Allah mengisyaratkan kepada makhluknya untuk memikirkan, memahami, dan mengambil pelajaran dari apa yang telah Dia ciptakan. Sebagaimana terdapat pada Q.S An-Nahl: 13 yaitu:

وَمَا ذَرَأَا لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ

*“Dan (Dia juga mengendalikan) apa yang Dia ciptakan untukmu di bumi ini dengan berbagai jenis dan macam warnanya. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran.”*

Pada ayat ini mengartikan bahwa segala sesuatu yg diciptakan oleh Allah SWT memiliki kegunaan untuk orang yg memikirkan manfaatnya. Penelitian ini merupakan salah satu pengembangan alat yang berfungsi untuk memudahkan penelitian selanjutnya mengenai salah satu pemanfaatan air sebagai sumber energi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah telah dapat dibuat alat elektrolisis air ( $H_2O$ ) yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik HYSRF-05 yang dapat mengukur volume gas hidrogen yang dihasilkan melalui proses elektrolisis dengan ketelitian 99,98% dan terekam serta dapat langsung ditayangkan pada komputer.

#### **5.2 Saran**

Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan bahan yang lebih baik ketahanannya, murah, dan tidak memiliki waktu tunda dalam mengukur keberadaan dan volume hidrogen yang dihasilkan oleh alat elektrolisis. Pengukuran presisi dan akurasi secara bersama-sama perlu dilakukan untuk menyakinkan bahwa alat yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat eksperimen. Untuk volume yang dihitung pada penelitian ini menggunakan rumus volume tabung dengan tinggi merupakan jarak selisih ketinggian permukaan air dan mengabaikan besarnya tekanan gas, untuk penelitian selanjutnya lebih baik untuk memperhatikan tekanan gas hidrogen yang sudah diproduksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Quran dan terjemahan. 2004. Departemen Agama RI. Jakarta: J-ART.
- Arief, U.M., 2015. *Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air*. Jurnal Ilmiah Elektrikal Enjiniring UNHAS.
- Arsada, B., dan Suprianto, B. *Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno Bakhtiyar Arasada*. Surabaya: Jurnal Teknik Elektro Universita Negeri Surabaya.
- Cahyadi, Widya.,dkk. 2021. *Sistem Monitoring Produksi Gas Hidrogen Dengan Elektrolisis Air Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Android*. Bandung: Prosiding SNTE 2021.
- Edgerley, Dennis A. 1998. *Techniques For Improving The Accuracy Of Calibration In The Environmental Laboratory*. California: 14<sup>th</sup> Annual Testing & Quality Assurance Symposium Techniques.
- Fitriyanti. 2019. *Analisis Produktivitas Gas Hidrogen Berdasarkan Arus Dan Tegangan Pada Proses Elektrolisis H<sub>2</sub>O*. Makasar: JFT UIN Alauddin.
- Harianja, Ronaldo. M. 2018. *Alat Ukur Konsentrasi Gas Hidrogen Pada Air Menggunakan Sensor MQ8*. Medan: Repository USU.
- Hidayat, Arif. 2020. *Sistem Kontrol Pompa Air Pada Sumur Berbasis Sensor Ultrasonik dan Sensor Aliran Air*. Semarang: Repository UNNES.
- Massimo Banzi, Michael Shiloh. 2014. *Getting Started With Arduino: 262 page*. ISBN 1-4493-6333-4.
- Nurhadianty, Vivi., dkk. 2018. *Pengantar Teknologi Fermentasi Skala Industri*. Malang: UB Press.
- Kadir, Abdul. 2012. *Arduino*. Jakarta: Jurnal Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
- Khafizd, Abdul. 2019. *Alat Ukur Konsentrasi Hidrogen Pada Elektrolisis Air Menggunakan Sensor MQ8 Berbasis Arduino*. Medan: Repository USU.
- Khanal, S. 2008. *Anaerobic Biotechnology for Bioenergy Production*. Manoa: Willey-Blackwell.
- Kristiantari, B. Meidar. 2017. *Alat Ukur Tinggi Badan Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Dengan Tampilaln LCD Bergerak dan Suara*. Yogyakarta: Repository Universitas Sanata Dharma.
- Kusnadi., Cecep, S. 2011. *Kalibrasi Sensor Temperatur Dengan Metoda Perbandingann dan Simulasi*. Jakarta: Repositoy PNJ.

- Lubis, N. A. S. 2017. Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Bendungan Menggunakan Sensor Ultrasonik yang Dikontrol Melalui Android. Medan: Repository USU.
- Mozaik, Al-Qharomi. 2017. *Cara Kalibrasi Sensor HC-SR04 (Sensor Ultrasonik)*. <https://www.gammafisblog.com/2017/09/cara-kalibrasi-sensor-hc-sr04-sensor.html?m=1> . [26 September 2022].
- Pratiwi, Sari Purnama. 2014. *Prototype Hidrogen Fuel Generator (Pengaruh Suplay Arus Listrik dengan Elektrolit Natrium Hidroksida Terhadap Produksi Gas Hidrogen)*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Putra, Arbie Marwan. 2010. *Analisis Produktifitas Gas Hidrogen dan Gas Oksigen pada Elektrolisis Larutan KOH vol. 2 No. 2*. Malang: Jurnal Neutrino.
- Rustana, C.E dkk. 2021. *Preliminary Study on The Effect of Time on Hydrogen Production from Electrolysis of The Seawater*. Jakarta: IOP Publishing.
- Rustana, C.E dkk. 2021. *The Effect of Voltage and Electrode Types on Hydrogen Production from The Seawater Electrolysis Process*. Jakarta: IOP Publishing.
- Setiawan, Dedi., dkk. 2014. *Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Sumatera Utara: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, Volume 1 Nomor 1.
- Sholehuddin, A., dkk. 2017. *Pendeteksi Volume Tandon Air Secara Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno R3*. Blitar: Jurnal Qua Teknik, Vol. 7 No.2.
- Sugiarto, Bambang. 2016. *Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH Terhadap Jumlah Gas Hidrogen Yang Dihasilkan Pada Prototype Water Electrolyzer*. Palembang: Repository POLSRI.
- Suryanta. 2012. *Pengolahan Air Untuk Bahan Baku Air Minum*. Jakarta: Ilmu Lingkungan.
- Utomo, A.T., dkk. 2011. *Implementasi Mikrokontroler Sebagai pengukur Suhu Delapan Ruang*. Jurnal Teknologi, Volume 4 No.2.
- Wahyono, Yoyon., dkk. 2017. *Produksi Gas Hydrogen Menggunakan Metode Elektrolisis dari Elektrolit Air dan Air Laut Dengan Penambahan Katalis NaOH*. Semarang: Youngster Physics Journal.
- Yusrifar Haris Muh., and Aryo Abdi Putra. 2017. *Perancangan Sistem Kontrol Lampu Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Dengan Sensor Suara*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Makasar.

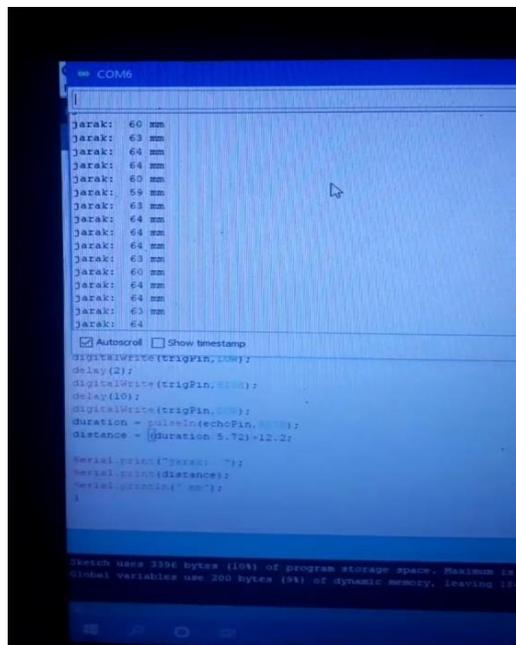
# LAMPIRAN

## Lampiran I Gambar Penelitian

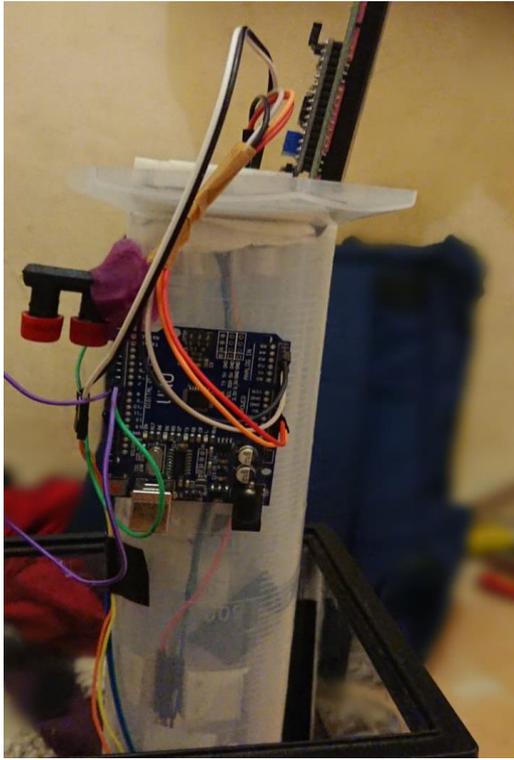
Gelembung Gas Oksigen Dan Hidrogen Yang Naik Ke Permukaan Air Pada Saat Pengujian Alat Elektrolisis



Serial Monitor Pada Aplikasi Arduino IDE Pada Saat Kalibrasi Sensor Ultrasonik HYSRF-05



Komponen Elektronika Yang Sudah Dipasang Pada Tabung Ukur



Pengujian Ketika Pengambilan Data Pada Alat Elektrolisis Air Yang Sudah Dikembangkan



## Lampiran II Koding Program

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

const float trigPin = 7;
const float echoPin = 6;

long duration;
long distance;
void setup() {

  lcd.init();
  lcd.backlight();
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin,OUTPUT);
  pinMode(echoPin,INPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  long duration,distance,volume;
  digitalWrite(trigPin,LOW);
  delay(100);
  digitalWrite(trigPin,HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(trigPin,LOW);
```

```
duration = pulseIn(echoPin,HIGH);
distance = (((((duration*344000/2)-12.2)/5.72);
volume = (((distance/10)*3.14*(3.25*3.25)/1000)*1000));
Serial.print("jarak: ");
Serial.print(distance);
Serial.println(" mm");
Serial.print("volume: ");
Serial.print(volume);
Serial.println(" ml");
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("jarak:");
lcd.setCursor(7,0);
lcd.print(distance);
lcd.setCursor(12,0);
lcd.print("mm");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("volume:");
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print(volume);
lcd.setCursor(11,1);
lcd.println("ml");
}
```

## Lampiran III Data Hasil Penelitian

**Data Hasil Pengujian Alat yang Diukur Secara Manual dan Dengan Menggunakan Sensor**

Waktu (menit)	Pengukuran Jarak Manual (cm)	Pengukuran Volume Manual (ml)	Pengukuran Jarak Sensor (cm)	Pengukuran Volume dari hasil Sensor (ml)	eror (%)
20	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0
60	0,1	3,317	0,1	3,32	0
80	0,1	3,317	0,1	3,32	0
100	0,2	6,633	0,3	9,95	0,5
120	0,2	6,633	0,2	6,63	0
140	0,3	9,950	0,3	9,95	0
160	0,5	16,583	0,5	16,58	0
180	0,7	23,216	0,6	19,90	0,143
200	0,9	29,850	1	33,17	0,111
220	1,1	36,483	0,9	29,85	0,182
240	1,3	43,116	1,2	39,80	0,077
260	1,5	49,749	1,5	49,75	0,000
280	1,6	53,066	1,5	49,75	0,063
300	1,7	56,383	1,8	59,70	0,059
320	1,8	59,699	1,8	59,70	0,000
340	1,9	63,016	1,8	59,70	0,053
360	2	66,333	2	66,33	0,000
380	2	66,333	2,1	69,65	0,050
400	2,1	69,649	2	66,33	0,048
420	2,1	69,649	2,1	69,65	0,000
440	2,2	72,966	2,1	69,65	0,045
460	2,2	72,966	2,1	69,65	0,045
480	2,2	72,966	2,2	72,97	0,000
500	2,3	76,282	2,4	79,60	0,043
520	2,3	76,282	2,4	79,60	0,043
540	2,3	76,282	2,4	79,60	0,043
560	2,3	76,282	2,3	76,28	0,000
580	2,3	76,282	2,3	76,28	0,000
600	2,3	76,282	2,4	79,60	0,043
620	2,4	79,599	2,4	79,60	0,000
640	2,4	79,599	2,4	79,60	0,000
660	2,4	79,599	2,4	79,60	0,000
680	2,4	79,599	2,5	82,92	0,042
700	2,4	79,599	2,5	82,92	0,042

720	2,4	79,599	2,4	79,60	0,000
740	2,4	79,599	2,4	79,60	0,000
760	2,4	79,599	2,4	79,60	0,000
780	2,4	79,599	2,4	79,60	0,000
800	2,5	82,916	2,4	79,60	0,040
820	2,5	82,916	2,5	82,92	0,000
840	2,5	82,916	2,6	86,23	0,040
860	2,5	82,916	2,4	79,60	0,040
880	2,5	82,916	2,4	79,60	0,040
900	2,5	82,916	2,4	79,60	0,040
920	2,5	82,916	2,5	82,92	0,000
940	2,5	82,916	2,5	82,92	0,000
960	2,5	82,916	2,4	79,60	0,040
980	2,5	82,916	2,4	79,60	0,040

Rata-rata eror(%) = 0,039
------------------------------



KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Angga Priambodo  
NIM : 17640029  
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika  
Judul Skripsi : Pengembangan Alat Elektrolisis H<sub>2</sub>O Menggunakan Sensor Ultrasonik HYSRF-05 Untuk Monitoring Selisih Ketinggian Permukaan Air  
Pembimbing I : Drs. Cecep Rustana, BSc(Hons). PhD  
Pembimbing II : Drs. Abdul Basid, M.Si

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	27 Mei 2022	Konsultasi Bab I dan II	
2	31 Mei 2022	Konsultasi Bab III	
3	3 Juni 2022	Konsultasi Kajian Agama Bab I	
4	6 Juli 2022	Konsultasi Data Hasil di Bab IV	
5	27 September 2022	Konsultasi Bab IV	
6	25 Oktober 2022	Konsultasi Bab V	
7	26 Oktober 2022	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	
8	26 Oktober 2022	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan ACC	

Malang, 27 Oktober 2022

Mengetahui,

Konsultansi Program Studi Fisika,



Tazi, M.Si

NIP. 197407302003121002