Vol. 15. No. 03, September 2024: 218-227
http://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/jte
p-ISSN: 2086-9479 e-ISSN: 2621-8534

Perancangan *Prototype Monitoring* PH Dan Level Air Pada Proses *Anodizing* Dengan Menggunakan *Fuzzy Logic*

Fatlih Udin Dafit Maulana[1*], Trya Agung Pahlevi[2]

[1]*Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta*
[*]fatlihudin98@gmail.com

Abstrak—Anodizing aluminium adalah suatu tindakan pencegahan korosi pada aluminium dengan menggunakan metode elektrokimia untuk mengubah aluminium menjadi oksida aluminium (Al2O3) pada permukaan yang akan dilapisi. Proses anodizing sering terjadi pengurangan volume air yang cukup cepat karena proses pemanasan tangki, selama Berkurangnya volume cairan pada tangki dapat menyebabkan perubahan tingkat pH. Turunnya tingkat pH ini dapat mempengaruhi hasil coloring kurang menempel dan sealing tidak sempurna. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat yang dapat memonitoring level air dan pH dengan menggunakan fuzzy logic berbasis arduino.penelitian ini dimulai dengan membuat sebuah prototipe yang terdiri dari sensor pH dan sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai input. Buzzer, pompa motor dc, dan web data base yang berfungsi sebagai output. Hasil penelitian ini didapat dari percobaan yang dilakukan sebanyak 27 kali dengan jumlah 9 kondisi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan stabil. Lebih lanjut, terdapat error pada penghitungan fuzzy yang relatif rendah. Hasil fuzzy yang didapatkan dari penghitungan matlab dan arduino memiliki nilai error yang cukup kecil yaitu rata – rata buzzer 0.53 % dan pompa motor 0.08 %. Begitu juga pada perbandingan penghitungan antara matlab dengan manual tingkat nilai rata – rata error cukup rendah yaitu rata – rata buzzer 2.17 % dan pompa motor 1.50 %.

Kata kunci : monitoring level air dan pH, fuzzy logic, anodizing.

DOI: 10.22441/ jte.2024.v15i3.010

I. PENDAHULUAN

Anodizing alluminium adalah suatu tindakan pencegahan korosi pada allumunium dengan menggunakan metode elektrokimia untuk mengubah aluminium menjadi oksida alluminium (Al2O3) pada permukaan yang akan dilapisi [1]. *Anodizing* adalah proses elektrokimia, pencampuran, dan perubahan mikrostruktur yang bertujuan untuk dapat merespon pertumbuhan oksidasi anodic [2]. Proses ini dilakukan dengan membuat benda kerja sebagai anoda yang kemudian direndam dalam sel elektrolit yang sesuai. Tidak semua logam dapat anodizing, meskipun ada beberapa yang bisa diantaranya aluminium, titanium dan magnesium. Dalam prosesnya ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari proses *anodizing* antara lain: suhu, kerapatan arus, nilai pH, dan waktu proses *anodizing* [3].

Proses *dye colouring* pada *anodizing* terdapat beberapa cara: *organic dyes* dan *inorganic dyes: pigmen precipation*. Pada penelitian ini proses pewarnaan menggunakan *organic dyes*. Pada metode ini terdapat variabel yang perlu diperhatikan yaitu: alloy mempengaruhi semakin murni semakin baik kecerahanya, ketebalan *anodizing* mempengaruhi ketebalan 20 µm memberikan penyerapan warana yang lebih baik, konsentrasi warna mempengaruhi hasil tergantung dari warna yang dipakai, pH perlu di maintain antara 6 - 7 atau bisa lebih rendah, dan waktu perendaman mempengaruhi semakin lama semakin pekat hasilnya. Variabel diatas perlu terus di kontrol untuk mempertahankan hasil anodizing [4].

Dalam penelitian ini akan dibuat alat *monitoring* pH dan level air, yaitu terdapat dua masukan yang digunakan, pertama berasal dari sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mengukur ketinggian air pada tangki. Kedua berasal dari sensor pH yang akan memonitor besar pH air. Sistem ini menggunnakan metode *fuzzy* sebagai penentu keputusan *output*, penggunaan Logika *Fuzzy* sangat cocok untuk hal otomatisasi karena dapat mengartikan pernyataan yang samar menjadi pengertian yang logis dengan bahasa yang simpel. Logika *fuzzy* menggunakan konsep kebenaran secara bergradasi dan sangat berbeda dengan logika – logika klasik yang menyebutkan bahwa segala hal ditampilkan dengan bentuk ya atau tidak, berbeda dengan logika *fuzzy* menggunakan nilai keanggotaan antara 0 sampai 1. Terdapat beberapa kelebihan mengapa dipakai logika *fuzzy* antara lain konsep matematis yang mendasari *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti, sangat fleksibel, memiliki toleransi data – data yang tidak tepat dan mampu memodelkan fungsi – fungsi nonlinear yang sangat kompleks [5].

Kemudian setelah *fuzzy logic* diterapkan akan dihasilkan *output* pemberitahuan dengan *buzzer*, jika terdapat penurunan atau kenaikan yang melebihi batas yang telah ditentukan, dan juga terdatpat *output* pencatatan (*logbook*) untuk dapat memeriksa seberapa sering terjadi pengoreksian terhadapa pH dan level air. Sistem ini juga melakukan pengoreksian pada level air dengan menggunakan pompa motor untuk penambahan air. Mikrokontroler yang digunakan pada perancangan ini yaitu Mikrokontroler Arduino Mega.

II. PENELITIAN TERKAIT

Pada penelitian sebelumnya yang dijadikan referensi yaitu [6], *Design and Assembly Of A Domestic Water Temperature, Ph and Turbidity Monitoring System*. Penelitian ini ditunjukkan untuk mengembangkan sistem pemantauan suhu, pH, dan kekeruhan air domestik yang dapat terus memantau titik air domestik seperti reservoir dan tangki penyimpanan, dan secara otomatis memberi tahu personel terkait ketika kualitas air turun di bawah standar yang ditetapkan oleh PBB, yang dilakukan di uganda dengan menggunakan metode perancangan sebuah alat untuk memantau kualitas pH, suhu, dan kekeruhan air dengan menggunakan arduino uno dan IoT. Hasil dari penelitian ini sistem dapat melakukan pengukuran kualitas air meskipun air

terdapat endapan kotoran, sistem dapat menetukan kondisi suhu dan pH sesuai dengan program yang ditentukan.(Diana Rita Nanyanzi, dkk.2021).

Penelitian selanjutnya adalah dari [7], *Iot Design Monitoring Water Tank Study Case: Instituto Profissional De Canossa* (IPDC). Pada jurnal ini dilakukan penelitian karena supply air pada instituto profissional de canossa IPDC sudah dibangun cukup lama, tetapi masih menggunakan sistem manual. Oleh karena itu penelitian ini akan merancang sistem *monitoring* water tank dengan arduino uno berbasis IoT. Hasil dari peneletian ini adalah sistem dapat melakukan pengukuran ketinggian air dengan sensor ultrasonik yang kemudian dapat di *monitoring* dengan aplikasi web yang dapat memudahkan atau meringankan pekerjaan manusia.(Joao Elias Da Costa, dkk.2020) .

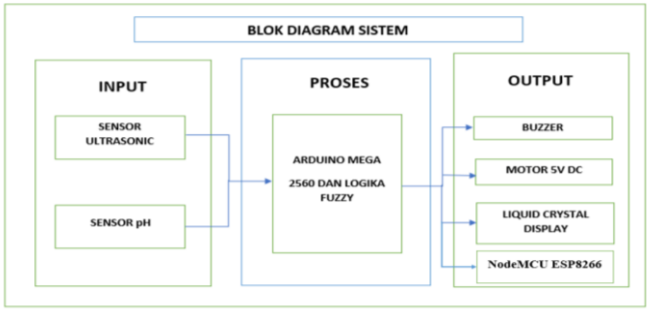
Penelitian selanjutnya adalah dari [8], *Water Quality Monitoring System for Vannamae Shrimp Cultivation Based on Wireless Sensor Network In* Taipa, Mappakasunggu *District*, Takalar. Penelitian ini dilakukan karena salah satu faktor yang mempengaruhi budidaya udang vannamei adalah kualitas air. Oleh karena itu perlu dilakukan pemantauan kualitas air secara berkala. Penelitian ini dirancang untuk memantau parameter kualitas air tambak, berdasarkan: Jaringan Sensor Nirkabel. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter suhu, pH dan kekeruhan di dalam air tambak budidaya udang vannamei. Dengan menggunakan atmega 2560 sebagai *transmiter* dan atmega 328 sebagai *receiver*. Hasil dari penelitian ini adalah sistem dapat digunakan untuk memantau kualitas air tambak udang dengan memberikan informasi secara berkala. Setelah menguji sensor dan kalibrasi sensor, ditemukan bahwa akurasi rata - rata dari sensor suhu mencapai 97,75%, sensor pH mencapai 98,84%, dan sensor kekeruhan mencapai 99,73%.(Zaryanti Zainuddin, dkk.2018).

Penelitian selanjutnya adalah dari [9], *Prototype* Sistem *Monitoring* dan Pengontrolan Level Tangki Air Berbasis SCADA. Penelitian ini ditunjukkan untuk memberikan pengajaran dan pengenalan terkait otomasi industri, dimana perkembangan industri sangatlah cepat dibarengi dengan perkembangan sumber daya manuasia. Pada jurnal ini membahas perancangan *Monitoring* dan pengontrolan level air berbasis SCADA dengan menggunakan arduino uno dan sensor ultrasonik yang dapat memudahkan untuk melakukan proses pengamatan dan pengontrolan secara real time, yang ditujukan sebagai bahan pembelajaran. Hasil penelitian ini adalah sistem dapat melakukan *monitoring* dan kontrol level air. Hal ini dapat dijadikan salah satu alternatif untuk media pembelajaran sistem otomasi industri dengan variabel pengontrolan volume air dan ketinggian level air. Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi level air di dalam tangki dan sebuah interface laptop sebagai pusat kontrolnya. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengisian air pada tangki adalah ± 6,11 menit. (Irwansyah, dkk.2018)

Penelitian selanjutnya adalah dari [10], Sistem *Monitoring* Suhu Dan Kelembaban Ruangan Server Berbasis Arduino Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Dengan *Buzzer* Dan Telegram Bot Sebagai Notifikasi. Penelitian ini dilakukan di salah satu pengelola server Institut Agama Islam Negeri Jember dan Universitas Muhammadiyah Jember karena kondisi suhu dan kelembaban pada ruangan server sangatlah penting. Kondisi suhu yang baik adalah tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi. Apabila terlalu rendah dapat menyebabkan pemborosan biaya, sedangkan terlalu tinggi dapat menyebabkan komponen server rusak. Penelitian ini menggunakan metode berbasis arduino menggunakan metode *fuzzy* dengan *output buzzer* dan telegram bot pemberitahuan apabila suhu dan kelembaban ruangan tidak ideal. Hasil penelitian sistem dapat berjalan dengan baik, dengan pengujian matlab menunjukkan tingkat %error sebesar 0.43. (Adi Susilao, dkk.2020)

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. *Block Diagram*



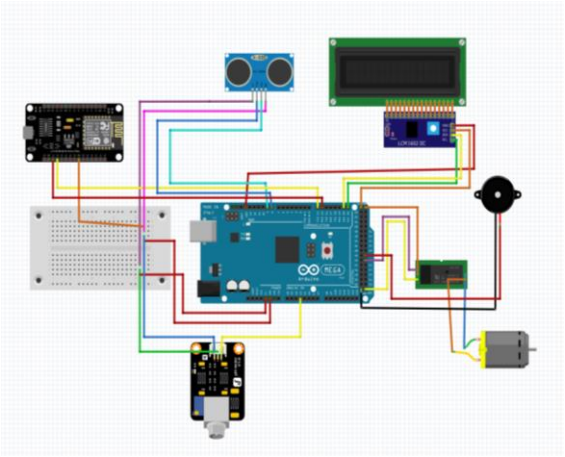
Gambar 1. Block Diagram Sistem.

Blok diagram diatas menunjukkan bagaimana sistem yang bekerja pada saat *monitoring* proses *anodizing*. Pada sistem ini terdapat 2 buah sensor sebagai *input* dan 1 *liquid crystal display* (Lcd), 1 *buzzer*, 1 web database sebagai *output*. Diperlukan sensor sebagai pembacaan kondisi air pada tangki, yang terdiri dari sensor pH sebagai pembaca kondisi air asam dan basa, dan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian atau volume air pada tangki. Data yang dibaca oleh sensor kemudian akan diterima oleh mikrokontroler untuk diproses dengan logika *fuzzy* dan dikirim ke web database untuk menampilkan nilai kondisi air pada tangki secara *realtime* dan membuat riwayat kondisi tangki. Untuk *monitoring* secara langsung tanpa melihat web database pada sistem ini juga terdapat *liquid crystal display* (LCD) sebagai penunjuk nilai pH yang ada di tangki. Ketika nilai pH dan level air pada tangki berkurang atau lebih sistem akan memberikan sebuah peringatan berupa suara melalui *buzzer* dan sistem akan menyalakan pompa motor untuk menambahkan volume air.

B. *Skema Perancangan Alat (hardware)*

Perancangan ini menggunakan Arduino mega 2560, sensor hc-sr04, sensor sen0161, *buzzer*, servo, *liquid crystal display* (LCD), dan pompa. Untuk lebih lengkapnya yaitu sensor hc-sr04 Terhubung ke pin 8, 9 Arduino, sensor sen0161 terhubung ke pin A3 arduino, sebagai *output* terdapat *liquid crystal display* (lcd) terhubung ke pin I2C yang sudah terhubung ke pin scl dan sda, rangkain NodeMCU Esp8266 yang digunakan untuk

menghubungkan arduino ke jaringan internet terhubung ke pin tx dan rx, sebuah pompa motor dc terhubung ke relay di pin 43 dan *buzzer* terhubung ke pin 41.



Gambar 2. Rangkaian Perangkat Keras (*Hardware)*

C. *Perancangan Perangkat Lunak*

Setelah alat dibuat pengujian alat akan dilakukan, jika terjadi error atau kegagalan dalam proses *input* atau *output* 40 akan dilakukan analisa dan perbaikan sampai bekerja sesuai yang diharapkan. Gambar 3 merupakan *flowchart* dari sistem *monitoring* pHdan level air pada proses *anodizing* dengan menggunakan *fuzzy logic*.

Gambar 3. Flowchart sistem

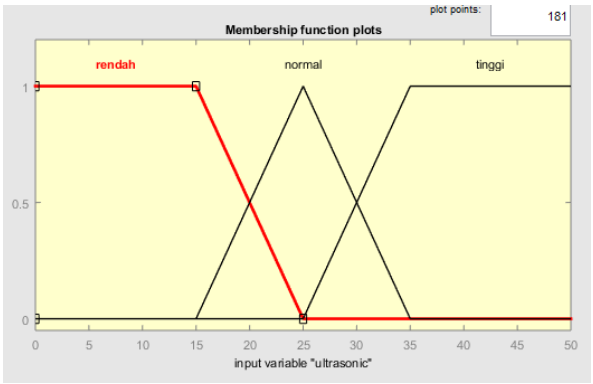
D. *Perancangan Logika Fuzzy (Metode Mamdani)*

Proses *monitoring* proses *anodizing* dilakukan berdasarkan hasil dari perhitungan *fuzzy logic*. Di proses *monitoring* inilah metode *Fuzzy logic* digunakan. Variabel yang dipakai sebagai *input* yaitu level volume tangki dan tingkat pH. Dan pada *output*annya yaitu respon *buzzer* dan pompa motor (on dan off). Pada proses perhitungan dimulai dari proses masuknya *crisp input*. Selanjutnya nilai masukkan akan dilanjutkan ke proses fuzzifikasi (fuzzification). Proses fuzzifikasi adalah proses dimana *input* data *crisp* (nilai tegas) diubah menjadi nilai *fuzzy* yang berbentuk himpunan - himpunan dengan fungsi keanggotaan yang telah di atur sebelumnya.

Selanjutnya nilai *input*an *fuzzy* tadi dibuatkan aturan pada Inference System untuk dijadikan acuan yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel *input*an dan variabel yang diproses. Pada penelitian ini mengunakkan aturan "*IF-THEN*". Setelah data diolah oleh aturan, maka akan menghasilkan nilai *output fuzzy*. Nilai tersebut belum bisa digunakan sebagai *output* karena harus dilakukan defuzzifikasi terlebih dahulu. Defuzzifikasi merupakan proses pengubahan variabel *output fuzzy* menjadi data pasti (*crisp*) yang nantinya nilai data *crisp* ini yang digunakan dalam menentukan apakah *buzzer* dan motor akan hidup atau mati.

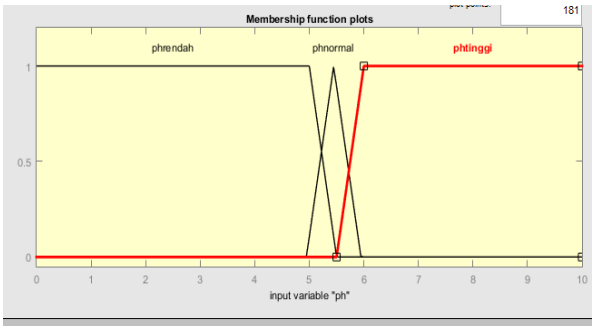
1. Fuzzifikasi

Perancangan menggunakan metode *fuzzy* membutuhkan beberapa tahapan proses sampai terbentuknya suatu nilai *output* dari sisitem sesuai dengan perhitungan *fuzzy*. Dalam penelitian ini sistem interferensi yang di pakai adalah metode mamdani. Secara garis besar metode ini dibagi menjadi tiga proses yaitu: *fuzzy*fikasi, inteferensi, dan defuzzifikasi. Sistem yang akan dibuat menggunakan 2 buah *input* yaitu sensor PH dan sensor ultrasonik.



Gambar 4. Diagram Keanggotaan Sensor Ultrasonik

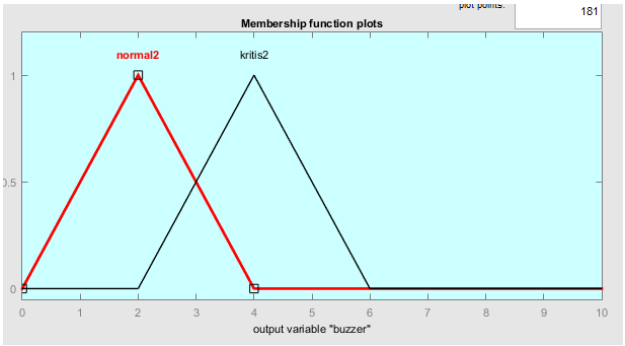
Nilai keanggotaan sensor ultrasonic
pH rendah = [0 0 15 25]
pH normal = [15 25 35]
pH tinggi = [25 35 50 50]



Gambar 5. Variabel Sensor Ph

Nilai keanggotaan sensor pH :
pH rendah = [0 0 5 5,5]
pH normal = [5 5,5 6]
pH tinggi = [5,5 6 10 10]

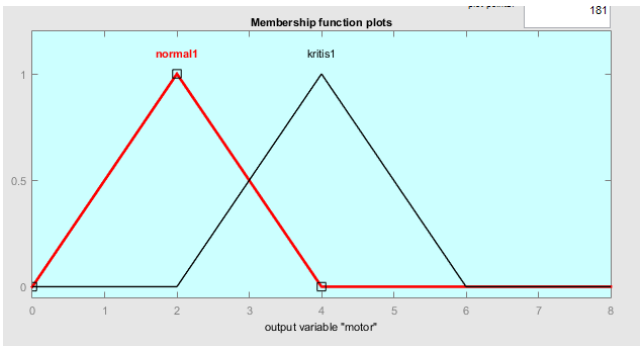
variabel pompa motor



Gambar 6. Variabel Keanggotaan Pompa Motor

Nilai keanggotaan pompa motor :
Normal2 = [0 2 4]
Kritis2 = [2 4 6]

variabel *buzzer*



Gambar 7. Variabel Keanggotaan *Buzzer*

Nilai keanggotaan *buzzer* :
Normal1 = [0 2 4]
Kritis1 = [2 4 6]

2. Aturan fuzzy

Setelah menentukan variabel keanggotaan *fuzzy* kemudian menghitung nilai *fuzzy* dengan membuat aturan. aturan *fuzzy* sendiri digunakan untuk menentukan *output* apakah *buzzer* dan motor akan hidup atau mati. berikut adalah tabel aturan *fuzzy* yang digunakan pada penelitian ini aturan *fuzzy* yang dipakai mempunyai 9 rumus yaitu:

Tabel 1. Aturan *fuzzy logic*

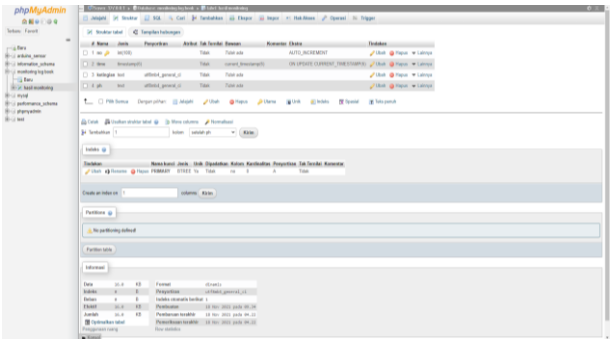
No.	Level (cm)	PH	*Buzzer*	Motor
1	Rendah (> 35)	Rendah (<5)	On	On
2	Rendah (> 35)	Normal (5 – 6)	Off	On
3	Rendah (> 35)	Tinggi (>6)	On	On
4	Normal (15 -35)	Rendah (<5)	On	Off
5	Normal (15 -35)	Normal (5 – 6)	Off	Off
6	Normal (15 -35)	Tinggi (>6)	On	Off
7	Tinggi (<15)	Rendah (<5)	On	Off
8	Tinggi (<15)	Normal (5 – 6)	Off	Off
9	Tinggi (<15)	Tinggi (>6)	On	Off

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakam proses dimana pengubahan nilai *fuzzy* menjadi nilai *crisp* seperti nilai *input* di awal. Pada penelitian ini akan menggunakan metode Defuzzifikasi Center of Area (CoA). Pada metode ini menentukna hasil dengan mencari nilai titik tengah pada fungsi keanggotaan *buzzer* dan motor, yang memilki fungsi keanggotaan normal1 dan kritis1.

E. Perancangan Web Data Base

Pada penelitian ini menggunakan mysql sebagai data base dan xampp sebagai localhost. Sebelum melakukan penyetingan diperlukan pemasangan aplikasi xampp pada komputer kemudian menyalakan opsi mysql dan apache. Setelah aplikasi xampp di setting kemudian buka web localhost mysql pHpmyadmin dan membuat sebuah penagaturan tabel yang akan digunakan untuk penempatan data sensor. Jika Pembuatan tabel telah selesai kemudian dilakukan pengkodingan pada NodeMCU untuk dapat terkoneksi ke data base.



Gambar 8. Perancangan Web Data Base

IV. HASIL DAN ANALISA

A. *Hasil Perancangan*

Setelah melewati tahap perancangan yang meliputi perancangan perangkat lunak dan perangkat keras. Maka terbentuklah alat *monitoring* pH dan level air pada proses *anodizing* dengan menggunkan *Fuzzy Logic* Berbasis arduino mega yang difungsikan sebagai alat memantau dan kontrol kualitas udara secara real time. Berikut akan dipaparkan hasil perancangan dalam bentuk gambar 9.

Gambar 9. Rancangan Alat *Monitoring*.

Alat sistem *monitoring* pH dan level air yang dibuat sesuai dengan perancangan hardware pada bab sebelumnya. Pada Gambar 9 menunjukkan model desain hardware yang terdiri dari beberapa komponen dengan fungsi dan kegunaan masing – masing.

B. *Pengujian Alat*

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari keseluruhan proses pembuatan alat dalam menjalankan sistem yang telah diprogram. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 9 kondisi, kondisi tersebut menunjukkan bagaimana proses sistem akan diterapkan dalam *monitoring* tangki *anodizing* (tangki *colouring* dan tangki *sealing*).

C. *Pengujian Sensor pH*

Pengujian sensor pH adalah pengujian yang dilakukan dengan melakukan percobaan pengukuran pada sebuah air yang memiliki nilai pH yang sudah diketahui nilainya.

Tabel 2. Pengujian Sensor pH

No.	Nilai bubuk kalibrasi	Hasil pembacaan	Error %
1	4	4,04	1
2	7	6.96	0.57
3	9	8,98	0,2
Nilai rata – rata error = 0,59 %			

Percobaan pada pengukuran pH dilakukan dengan menggunakkan bubuk kalibrasi yang mana mempunyai nilai pH yang sudah pasti. Disi penulis hanya menggunkkan 3 buah bubuk kalibrasi yang menunjukkan nilai 4, 7, dan 9. Pada tabel 4.1 hasil pengukuran didapat rata – rata error 0,59 % . Hasil yang didapatkan dapat dikatakan cukup akurat karena error yang didapat relatif kecil. Pada tabel 4.1 juga menunjukkan bahwa pengukuran semakin tinggi nilai pH didapat hasil pengukuran yang semakin kecil nilai errornya, bisa juga dikatakan semakin akurat.

D. *Pengujian Sensor Ultrasonic*

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran sensor ultrasonik dengan pengukuran penggaris yang jarak atau panjang penggaris adalah 30 cm. Tabel Pengukuran Sensor Ultrasonik HCSR04 dapat dilihat dibawah.

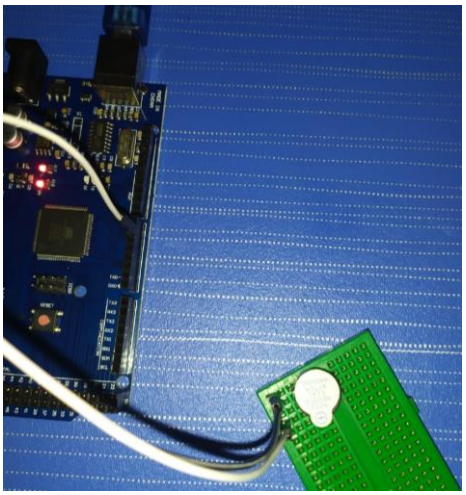
Tabel 3. pengujian sensor ultrasonic

No.	Jarak penggaris (cm)	Jarak sensor (cm)	Error %
1	8	8,30	0,37%
2	10	10,23	0,23%
3	15	15,01	0,66%
4	20	19,7	0,15%
5	21	21,03	0,14%
Nilai rata – rata error = 0,31 %			

Dari tabel data yang dihasilkan oleh sensor terdapat error rata – rata 0.31 % yang didapatkan, berdasarkan dari data pada tabel dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi akan lebih baik jika obyek yang diukur memiliki ketinggian menjauhi sensor, dengan kata lain semakin jauh obyek yang diukur semakin baik tingkat akurasinya.

E. Pengujian Buzzer

Pengujian *buzzer* ini dilakukan dengan mmeberikan tegangan 5v dari arduino kemudian diberikan delay selama 5 detik untuk mengetahui apakah *buzzer* bekerja dengan baik. Setelah dilakukan pengujian *buzzer* dapat bekerja dengan baik dan berbunyi sangat jelas.



Gambar 10. pengujian *buzzer*

F. Pengujian Pompa Motor 5 V Dc

Pengujian pompa motor dilakukan hanya dengan mencoba menghidupkan selama 5 detik dan mematikan pompa secara otomatis dengan menggunakan arduino. Hasil yang didapat pompa dapat berjalan dengan baik.

Gambar 11. Pengujian Pompa Motor 5v Dc

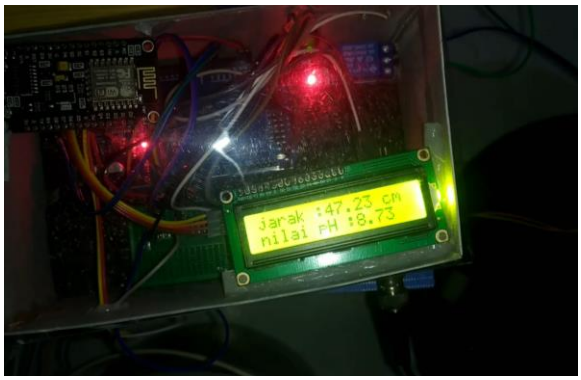
G. Pengujian Liquid Crytal Display (Lcd) Dan I2c

Pengujian lcd dilakukan untuk menguji apakah liquid crytal display (LCD) dan modul I2c terpasang dengan benar sehingga dapat menampilkan data sesuai yang diinginkan.

Gambar 12. Pengujian Liquid Crytal Display (LCD) Dan I2C

Setelah dilakukan percobaan pengujian liquid crytal display (LCD) dan I2C, *Liquid crystal display* (LCD) dan I2C dapat berfungsi dengan baik dan dapat menampilkan data yang sesuai.

Setelah dilakukan percobaan secara terpisah kemudian dilakukan pengujian secar amenyeluruh. Pengujian sistem dimulai dengan melakukan percobaan acak menaikkan atau menurunkan pH untuk melihat apakah sisitem dapat merespon adanya perubahan tingkat pH pada tangki. Kemudian dilanjutkan pengujian level air dengan melakukan pengosongan pada tangki (ember) dan melihat apakah pompa motor dapat melakukan pengoreksian terhadap level air. Hasil dari pengujian alat terdapat beberapa parameter yang di hasilkan dan diamati antara lain yaitu nilai sensor ultrasonik HC-SR04, sensor pH SEN0160, hasil fuzzifikasi alat yang ditampilkan di serial monitor atau di logbook, serta kondisi pompa dan *buzzer*. Nilai yang didapat dapat dilihat pada tabel di bawah.



Gambar 13. Pengujian Alat Secara Menyeluruh

Tabel 4 Hasil Percobaan Alat

No.	Ultrasonik	pH	*Fuzzy* Matlab		*Fuzzy* Arduino		*buzzer*	Motor 5v	*Fuzzy* manual	
			BUZ	MTR	BUZ	MTR			BUZZ	MTR
Jika sensor level rendah dan sensor pH rendah maka *buzzer* (*ON*) kritis2 motor (*ON*) kritis1										
1	45 cm	2,73	4	4	4	4	On	On	3,95	3,95
2	41cm	4,3	4	4	4	4	On	On	3,95	3,95
3	36 cm	4,8	4	4	4	4	On	On	3,95	3,95
Jika sensor level rendah dan sensor pH normal maka *buzzer* (*OFF*) normal2 motor (*ON*) kritis1										
4	44 cm	5,2	3,16	4	3,10	4	Off	On	3,16	4
5	41 cm	5,6	2,48	4	2,5	4	Off	On	2,61	3,99
6	36 cm	5,5	2	4	2	4	Off	On	1,95	3,95
Jika sensor level rendah dan sensor pH tinggi maka *buzzer* (*ON*) kritis2 motor (*ON*) kritis1										
7	47 cm	8,7	4	4	4	4	On	On	3,95	3,95
8	41 cm	7,8	4	4	4	4	On	On	3,95	3,95
9	36 cm	9,3	4	4	4	4	On	On	3,95	3,95
Jika sensor level normal dan sensor pH rendah maka *buzzer* (*ON*) kritis2 motor (*OFF*) normal1										
10	34 cm	2,4	4	3,73	4	3,7	On	Off	3,99	3,72
11	18 cm	3,8	4	2	4	2	On	Off	3,16	2,04
12	15,6 cm	4,5	4	2	4	2	On	Off	3,95	1,95
Jika sensor level normal dan sensor pH normal maka *buzzer* (*OFF*) normal2 motor (*OFF*) normal1										
13	33 cm	5,3	2,84	3,46	2,80	3,46	Off	Off	2,85	3,46
14	18 cm	5,8	3,16	2	3,25	2	Off	Off	3,22	2
15	15,6 cm	5,2	3,16	2	3,16	2	Off	Off	3,26	2
Jika sensor level normal dan sensor pH tinggi maka *buzzer* (*ON*) kritis2 motor (*OFF*) normal1										
16	33 cm	6,3	4	3,52	4	3,57	On	Off	3,98	3,52
17	18 cm	8,3	4	2	4	2	On	Off	4,18	1,99
18	15,6 cm	9,13	4	2	4	2	On	Off	3,95	1,95
Jika sensor level tinggi dan sensor pH rendah maka *buzzer* (*ON*) kritis2 motor (*OFF*) normal1										
19	13 cm	3,7	4	2	4	2	On	Off	3,95	1,95
20	10 cm	3,7	4	2	4	2	On	Off	3,95	1,95
21	12 cm	3,9	4	2	4	2	On	Off	3,95	1,95
Jika sensor level tinggi dan sensor pH normal maka *buzzer* (*OFF*) normal2 motor (*OFF*) normal1										
22	14 cm	5,8	3,16	2	3,34	2	Off	Off	3,16	2,21
23	13 cm	5,6	2,48	2	2,46	2	Off	Off	2,61	1,93
24	13 cm	5,1	3,52	2	3,52	2	Off	Off	3,52	2
Jika sensor level tinggi dan sensor pH tinggi maka *buzzer* (*ON*) kritis2 motor (*OFF*) normal1										
25	14 cm	9,1	4	2	4	2	On	Off	3,95	1,95
26	14 cm	7,9	4	2	4	2	On	Off	3,95	1,95
27	10 cm	6,8	4	2	4	2	On	Off	3,95	1,95

Tabel 5. Error Pada Arduino Dengan Matlab

No.	Ultrasonik	pH	*Fuzzy* Matlab		*Fuzzy* Arduino		Eror %	
			BUZ	MTR	BUZ	MTR	BUZZ	MTR
1	45 cm	2,73	4	4	4	4	0	0
2	41cm	4,3	4	4	4	4	0	0
3	36 cm	4,8	4	4	4	4	0	0
4	44 cm	5,2	3,16	4	3,1	4	1,89	0
5	41 cm	5,6	2,48	4	2,5	4	2,01	0
6	36 cm	5,5	2	4	2	4	0	0
7	47 cm	8,7	4	4	4	4	0	0
8	41 cm	7,8	4	4	4	4	0	0
9	36 cm	9,3	4	4	4	4	0	0
10	34 cm	2,4	4	3,73	4	3,7	0	0,8
11	18 cm	3,8	4	2	4	2	0	0
12	15,6 cm	4,5	4	2	4	2	0	0
13	33 cm	5,3	2,84	3,46	2,80	3,46	1,4	0
14	18 cm	5,8	3,16	2	3,25	2	2,8	0
15	15,6 cm	5,2	3,16	2	3,16	2	0	0
16	33 cm	6,3	4	3,52	4	3,57	0	1,4
17	18 cm	8,3	4	2	4	2	0	0
18	15,6 cm	9,13	4	2	4	2	0	0
19	13 cm	3,7	4	2	4	2	0	0
20	10 cm	3,7	4	2	4	2	0	0
21	12 cm	3,9	4	2	4	2	0	0
22	13 cm	5,1	3,52	2	3,52	2	0	0
23	14 cm	5,8	3,16	2	3,34	2	5,6	0
24	13 cm	5,6	2,48	2	2,46	2	0,8	0
25	14 cm	9,1	4	2	4	2	0	0
26	10 cm	6,8	4	2	4	2	0	0
27	14 cm	7,9	4	2	4	2	0	0
Rata – Rata eror							0,53 %	0,08 %

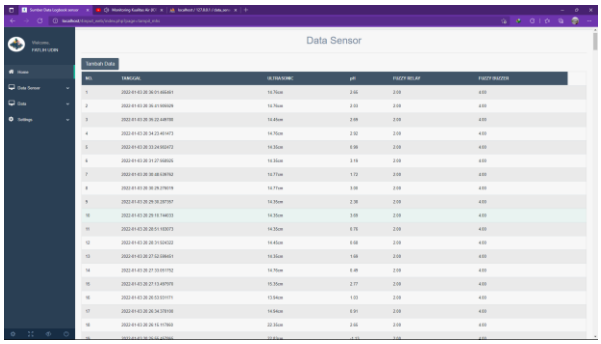
Tabel 6. Error Pada Penghitungan Manual Dengan Matlab

No.	Ultrasonik	pH	*Fuzzy* Matlab		*Fuzzy* manual		Eror %	
			BUZ	MTR	BUZZ	MTR	BUZZ	MTR
1	45 cm	2,73	4	4	3,95	3,95	1,25	1,25
2	41cm	4,3	4	4	3,95	3,95	1,25	1,25
3	36 cm	4,8	4	4	3,95	3,95	1,25	1,25
4	44 cm	5,2	3,16	4	3,1	3,99	1,89	0,25
5	41 cm	5,6	2,48	4	2,53	3,99	2,01	0,25
6	36 cm	5,5	2	4	1,95	3,95	2,5	1,25
7	47 cm	8,7	4	4	3,95	3,95	1,25	1,25
8	41 cm	7,8	4	4	3,95	3,95	1,25	1,25
9	36 cm	9,3	4	4	3,95	3,95	1,25	1,25
10	34 cm	2,4	4	3,73	3,99	3,72	0,25	0,26
11	18 cm	3,8	4	2	3,16	2,04	21	2
12	15,6 cm	4,5	4	2	3,95	1,95	1,25	2,5
13	33 cm	5,3	2,84	3,46	2,85	3,46	0,35	0
14	18 cm	5,8	3,16	2	3,16	2	0	0
15	15,6 cm	5,2	3,16	2	3,26	2	3,1	0
16	33 cm	6,3	4	3,52	3,98	3,52	0,5	0
17	18 cm	8,3	4	2	4,18	1,99		
18	15,6 cm	9,13	4	2	3,95	1,95	1,25	2,5
19	13 cm	3,7	4	2	3,95	1,95	1,25	2,5
20	10 cm	3,7	4	2	3,95	1,95	1,25	2,5
21	12 cm	3,9	4	2	3,95	1,95	1,25	2,5
22	13 cm	5,1	3,52	2	3,52	2	0	0
23	14 cm	5,8	3,16	2	3,16	2,1	0	5
24	13 cm	5,6	2,48	2	2,61	1,93	5,2	3,5
25	14 cm	9,1	4	2	3,95	1,95	1,25	2,5
26	10 cm	6,8	4	2	3,95	1,95	1,25	2,5
27	14 cm	7,9	4	2	3,95	1,95	1,25	2,5
Rata – Rata eror							2,17 %	1,50 %

Hasil perbandingan error antara arduino dengan matlab dan antara matlab dengan manual didapatkan hasil rata – rata error yang cukup rendah. Error yang terjadi antara matlab dengan perhitungan manual didapatkan hasil rata – rata motor 2,17% dan *buzzer* = 1,50%. Error ini disebabkan karena tingkat akurasi hasil inference rule pada perhitungan manual tidak begitu efektif dan efisien, bahkan terkadang banyak inference rule yang harus disesuaikan (Halimahtus Mukminna ,Devita Maulina Putri, dan Anik Nur Handaya, 2017). Begitu pula rata – rata error antara matlab dengan perhitungan arduino didapat hasil yang rendah yaitu: motor = 0,53% dan *buzzer* = 0,08%. Karena rata – rata hasil error perhitungan dibawah 5% maka dapat disimpulkan sistem dapat bekerja dengan baik.

H. Pengujian Hasil Penyimpana Data di Mysql

Pada penelitian ini penulis menggunakan mysql sebagai web data Base yang berfungsi untuk menyimpan hasil pengukuran sensor. Untuk memberikan tampilan yang lebih menarik penulis juga menambah kan program PHP. PHP adalah bahasa pemrograman server-side, maka script dari PHP nantinya akan diproses dan ditampilkan pada server tersebut . Jenis server yang sering digunakan bersama dengan PHP antara lain Apache, Nginx, dan *LiteSpeed*. untuk hasil akhir pemrograman web data base dan pHp dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 14. Hasil Pengukuran Sensor yang Telah Disimpan

I. Evaluasi Hasil Akhir

Evaluasi ini didapat setelah melakukan beberapa kali pengujian sistem. Pada perancangan prototype *monitoring* level air dan pH pada proses anodizing. Di lakukan pada sebuah ember yang memiliki ketinggian 45 cm dengan volume 31,792 *liter* dan juga dilakukan pergantian pengetesan tingkat pH.

Gambar 13. Rangkaian *Monitoring* Level Air dan pH pada Tangki *Anodizing*.

Berdasarkan hasil dari percobaan sistem dapat berjalan sesuai dengan program yang telah dibuat. Akan tetapi terdapat error ketika nilai pH ditambahkan kedalam bak ember secara langsung, yang mana tingkat pH tidak akan langsung 75 berubah melainkan menunggu beberapa detik (± 1 menit). Jika sistem melakukan pengecekan pH dengan waktu tunda cukup cepat menyebabkan nilai yang tidak konsisten (naik / turun). Untuk mengatasi hal diatas perlu pengaturan waktu tunda yang cukup lama Sekitar ± 1 menit, kemudian nilai pH akan stabil. Hasil pada tabel 4 bahwa sistem dapat berjalan dengan lancar. Lebih lanjut, untuk hasil penghitungan *fuzzy* terdapat error yang relatif kecil. Hasil *fuzzy* yang didapatkan dari penghitungan matlab dan arduino memilki nilai error yang cukup kecil yaitu rata – rata *buzzer* 0,53 % dan motor pump 0,08 %. Begitu juga pada perbandingan penghitungan antara matlab dengan manual, tingkat nilai rata – rata error cukup rendah yaitu rata – rata *buzzer* 2,17 % dan motor pump 1,50 %.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penelitian berhasil mengimplementasikan logika *fuzzy* dalam sistem *monitoring* level air dan pH menggunakan sensor ultrasonik dan sensor pH dengan menggunakan *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler. Beberapa hal yang dapat disimpulkan antara lain:

1. Sistem dapat mengukur tingkat pH dengan menggunakan sensor pH dengan tingkat persentase error 0,97%. Error tersebut didaptakan setelah dilakukan percobaan sebanyak 5 kali yang menunjukan bahwa semakian jauh obyek dari sensor semakian kecil nilai error yang didapat.
2. Pengukuran pH dilakukan sebanyak 3 kali dengan hasil Sistem dapat mengukur ketinggian level air dengan menggunakan sensor ultrasonik dengan tingkat persentase error 0,59 %. Hasil ini menunjukan bahwa sensor dapat bekerja dengan cukup baik. Semakian tinggi tingkat pH yang diukur didapatkan nilai error yang semakin kecil.

3. Setelah dilakukan pengujian sistem dapat melakukan *monitoring* dengan baik dan menghasilkan *output* yang sesuai dengan program/aturan pada tabel berikut:

Tabel 7. Aturan *Fuzzy*

No.	Level (cm)	PH	*Buzzer*	Motor
1	Rendah (> 35)	Rendah (<5)	On	On
2	Rendah (> 35)	Normal (5 – 6)	Off	On
3	Rendah (> 35)	Tinggi (>6)	On	On
4	Normal (15 -35)	Rendah (<5)	On	Off
5	Normal (15 -35)	Normal (5 – 6)	Off	Off
6	Normal (15 -35)	Tinggi (>6)	On	Off
7	Tinggi (<15)	Rendah (<5)	On	Off
8	Tinggi (<15)	Normal (5 – 6)	Off	Off
9	Tinggi (<15)	Tinggi (>6)	On	Off

Lebih lanjut, dalam penghitungan hasil *fuzzy* antara matlab, manual, dan *output* penghitungan arduino terdapat error yang relatif kecil. Bisa dilihat pada tabel 5 yang menunjukkan tingkat rata - rata error perhitungan antara matlab dengan arduino adalah *buzzer* = 0,53 % dan pompa motor = 0,08%. sedangakan untuk tabel 6 menunjukkan perbandingan rata – rata error perhitungan antara matlab dengan manual dengan hasil *buzzer* = 2,17 % dan pompa motor = 1,50 %.

4. Sistem dapat mengirimkan hasil pembacaan dari sensor pH dan level air, melalui NodMCU ESP8266, dan tersimpan dalam data base mysql.
5. Sistem dapat melakukan pengisian tangki dengan menghidupkan motor pump apabila ketinggian level air di bawah normal (simulasi kondisi normal saat ketinggian air dibawah 35 cm).
6. Jika sistem *monitoring* diterapkan dalam proses *anodizing* sebenarnya perlu adanaya penggantian sensor pH, sensor level air yang sesuai (sensor pH yang bisa di rendam terus menerus dan sensor level air yang tahan uap air atau memiliki spesifikasi anti air) dan penyesuaian pompa motor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini dituliskan ucapan terima kasih terhadap pihak-pihak yang membantu terselesaikannya penelitian ini serta ucapan terima kasih terhadap tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

V. DAFTAR PUSTAKA

[14] A. H. Kristianto, Pengaruh Variasi Konsentrasi 10-15% Larutan Asam Sulfat H2SO4 Pada Proses *Anodizing* Aluminium., Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma,, 2017.

[10] A. Sulistion, D. Arifianti dan A. Nilogiri, "Sistem *Monitoring* Suhu Dan Kelembaban Ruangan Server Berbasis Arduino Menggunakan Metode *Fuzzy logic* Dengan *Buzzer* Dan Telegram Bot Sebagai Notifikasi," pp. 1-12, 2020.

[1] Afandi dan M. Rofiq, "Analisa Pengaruh Variasi Tegangan Dan Waktu Pada Proses *Anodizing* Terhadap Tingkat Kilap Material Komposit Al -Abu Dasar Batu Bara," *skripsi,* 2019.

[13] B. Kusumo dan N. Azis, "rancang bangun alat penyiram sayuran hidroponik menggunakan arduino mega 2560," *Jurnal Media Informatika Budidarma,* pp. 124-128, 2021.

[12] D. Apriani, K. Munawar dan A. Setiawan, "Gateway, Alat *Monitoring* Pada Depo Air Minum Baru Cabang Nagrak Kota Tangerang Menggunakan Air Galon Berbasis SMS," *urnal Informatika,* pp. 110-210, 2019.

[6] D. R. Nanyanz, G. G. Ocen, T. Omara, F. Bwire, D. Matovu dan T. Semwogerere, "Design And Assembly Of A Domestic Water Temperature, Ph And Turbidity *Monitoring* System," *BMC Research Notes,* 2021.

[16] H. Mukminna, D. M. Putri dan A. N. Handayani, "Simulasi Kinerja Siswa Dengan Metode *Fuzzy* Inference Sugeno Menggunakan Aplikasi Matlab," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia,* pp. 71-78, 2017.

[9] Irwansyah dan A. A. Rahmansyah, "Prototype Sistem *Monitoring* dan Pengontrolan Level Tangki Air Berbasis SCADA," *Jurnal Tenologi Terapan,* pp. 27-32, 2018.

[7] J. . E. d. Costa dan A. W. R. Emanuel, "IOT design *monitoring* water tank study case: Instituto profissional de canossa (IPDC)," pp. 1-5., 2020.

[2] J. M. Runge, The Metallurgy of *Anodizing* Aluminum: Connecting Science to Practice, Chicago: Springer, 2018, pp. 168 - 169.

[4] L. W. Zahner, Aluminum Surfaces : A Guide To Alloys, Finish, Fabrication, And Maintenance In Artchitecture And Art, First edition penyunt., New Jersey: John Wiley and Sons.inc, 2019.

[15] O. G. Martins, Arduino 101: A Technical Reference to Setup and Program 80 Arduino Zero, Nano, Due, Mega and Uno Projects, United states of america: Independently published, 2020.

[5] Prabowo, Hernawan dan F. Arifin, "Pengembangan Media Pembelajaran," *Kendali Fuzzy Logic Berbasis*

Arduino Nano pada Mata Kuliah Praktik Sistem Kendali Cerdas, no. ELINVO, pp. 39 - 45, 2018.

[11] R. . A. Nugroho, Rancang Bangun Prototype Penyaring Udara Ruangan Berbasis Arduino Dengan Metode *Fuzzy*, Semarang: Universitas Semarang, 2019.

[3] S. U. Mariam, A. Ibrahim, Yuniati dan Nazirudin, ". Pengaruh Variasi Rapat Arus Hard *Anodizing* Terhadap Laju Korosi Pada Aluminium 6061," *Jurnal Mesin Sains Terapan,* p. 99 – 105, 2020.

[8] Z. Zainuddin, . R. Idris dan A. Azis, "Water Quality *Monitoring* System for Vannamae Shrimp Cultivation Based on Wireless Sensor Network In Taipa, Mappakasunggu District, Takalar," pp. 89 - 92.