

Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino

I Putu Yoga Pramesia Pratama^{a1}, Kadek Suar Wibawa^{a2}, I Made Agus Dwi Suarjaya^{a3}

^aInformation Technology Study Program, Faculty of Engineering, Udayana University
Jimbaran Hill, Bali

e-mail: 1iputuyoga99@email.com, 2suar_wibawa@unud.ac.id, 3agussuarjaya@it.unud.ac.id

Abstrak

Kebutuhan akan air bersih sekarang ini semakin tinggi dengan lingkungan di era globalisasi yang sangat tinggi akan nilai pencemaran airnya. Salah satu hal yang patut diperhatikan dalam mengetahui tingkat kebersihan air adalah dengan mengukur kadar PH air tersebut, apakah tergolong ke dalam larutan asam, netral atau basa. Proses pengukuran kadar PH air tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan sensor PH air yang merupakan sensor yang dapat mengecek tingkat keasamaan suatu larutan, sensor PH air dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino mega sebagai pengolah data. Cara kerja dari sensor PH air ini dengan memasukkan elektroda PH ke dalam sample larutan, kemudian elektroda PH mendeteksi sample larutan dan mengubah sinyal elektroda PH dimana output dari sensor akan dikonversi oleh Arduino menjadi data digital. Pengujian dari PH meter dilakukan dengan berbagai sample larutan seperti air sabun, cuka dan susu. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa rancangan PH meter dapat melakukan pengukuran kadar PH air dengan baik.

Kata kunci: PH air, PH Meter, Arduino Uno, Sensor PH air.

Abstract

In this era of globalization, where the cost of water contamination is quite high, the demand for clean water is increasing. Measuring the pH of the air, whether it is categorized as an acidic, neutral, or alkaline solution, is one factor to consider when measuring the level of purity of the air. The water PH sensor, which can check the acidity level of a solution, can be used to measure air PH levels. The water PH sensor can be used with the Arduino mega microcontroller as a data processor. The water PH sensor operates by immersing the PH electrode in the sample solution, detecting the generator sample, and changing the PH electrode signal, with the sensor's output being translated into digital data by Arduino. PH meters are used to evaluate a variety of solutions, including soapy water, vinegar, and milk. The test results reveal that the PH meter's design is capable of accurately measuring the PH levels in the air.

Keywords : Water PH, PH Meter, Arduino Uno, Water PH Sensor.

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan air bersih sekarang ini semakin tinggi dengan lingkungan di era globalisasi yang sangat tinggi akan nilai pencemaran airnya. Penyedia sumber air di Indonesia bersumber dari PDAM yang merupakan penyalur kebutuhan air bersih kepada masyarakat yang bermukim di perkotaan. Setiap perkotaan yang ada di Indonesia sudah terdapat saluran air bersih yang disediakan oleh PDAM sebagai penyedia kebutuhan air bersih untuk kebutuhan masyarakat dalam berkegiatan sehari-hari. Salah satu contohnya, pada salah satu daerah di provinsi Bali yaitu kabupaten Badung yang dimana daerah tersebut merupakan daerah pariwisata terbesar yang ada di Bali, yang mempunyai pelanggan sebesar 73.281 dengan besaran pelayanan pada daerah Badung sebesar 71,53% dengan daya tampung produksi sebesar 45.265.972 m³ [1]. Salah satu indikator air dikatakan bersih dan sehat adalah kadar PH dari air tersebut apakah tergolong larutan asam, netral atau basa. Cara yang biasa dilakukan

untuk mengetahui kadar PH pada suatu cairan adalah dengan menggunakan kertas lakmus, kertas lakmus akan dicelupkan kedalam larutan sampel dimana kertas lakmus akan berubah warna sesuai kadar PH dari larutan sampel. Cara mengukur kadar PH cairan dengan menggunakan kertas lakmus memiliki kekurangan pada ketepatan dan kesalahan dalam pembacaan warna hal tersebut dapat terjadi karena sampel berwarna atau feculent sehingga seringkali terjadi kesalahan dalam menentukan kadar PH pada larutan sampel yang diuji [2].

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan membuat suatu perangkat PH meter yang terdiri dari sensor DFRobot v1 sebagai alat pengukur kadar PH air dan *Arduino mega* sebagai pengolah data. Tujuan dari perancangan PH meter dengan sensor DFRobot v1 berbasis Arduino ini agar dapat mempermudah dalam melakukan pengujian pengukuran kadar PH air dan hasil dari pengukuran kadar PH air lebih tepat daripada menggunakan pengukuran dengan kertas lakmus.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan beberapa proses yang akan dilakukan pada pengerjaan penelitian ini dengan diawali dengan mencari studi pustaka, Perancangan dan pembuatan alat, Pengujian alat dan keseluruhan sistem. Proses perancangan dan pembuatan alat dalam penelitian ini akan dijabarkan pada penjelasan dibawah ini.

2.1. Analisa Rangkaian

Analisa rangkaian alat merupakan hal-hal yang diperlukan dalam penelitian ini. Keseluruhan alat beserta kebutuhan material yang akan dipergunakan pada penelitian ini akan tercantum dalam Tabel 1.

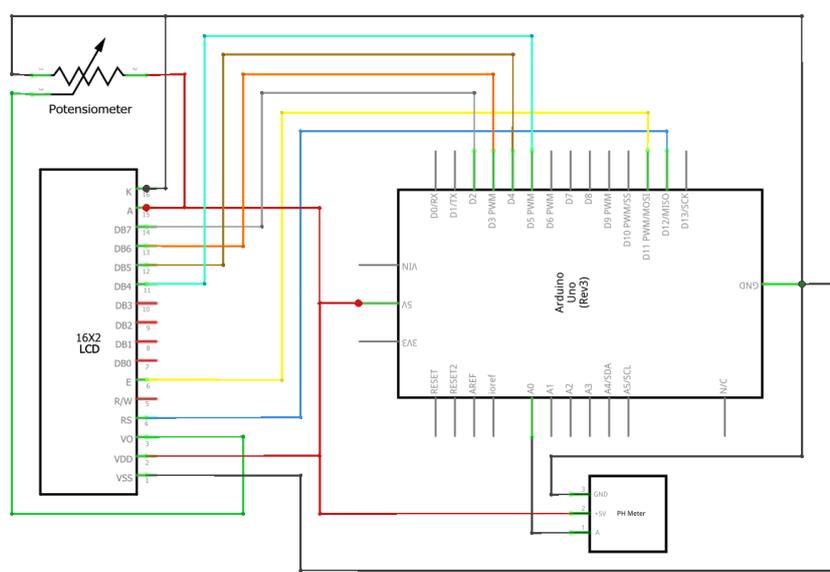
Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat dan bahan	Kegunaan
1	1 buah <i>Arduino Uno R3</i>	Sebagai pengolah data dari sensor PH air
2	1 buah sensor PH air	Sebagai sensor pembaca nilai PH air
3	LCD 16x2	Sebagai tempat untuk menampilkan nilai kadar PH air
4	Potensiometer	Sebagai pengaturan kontras karakter
5	Kabel	Untuk menghubungkan sensor dan LCD dengan mikrokontroler
6	Kabel USB A to USB B	Untuk menghubungkan mikrokontroler <i>Arduino</i> dengan laptop
7	Cairan asam	Untuk menguji pembacaan nilai asam sensor PH air
8	Cairan netral	Untuk menguji pembacaan nilai netral sensor PH air
9	Cairan basa	Untuk menguji pembacaan nilai basa sensor PH air

2.2. Perancangan Skematik

Perancangan skematik merupakan rangkaian yang menghubungkan antara sensor PH air, LCD 16x2 dan potensiometer dengan mikrokontroler *Arduino Uno*. Terdapat 3 buah pin yang terhubung antara sensor PH air dengan mikrokontroler *Arduino Uno* yaitu pin vcc yang bertindak sebagai power (merah) yang dihubungkan ke pin +5v, pin A0 yang bertindak sebagai pengirim data PH sensor (biru) yang dihubungkan ke pin A0 dan pin gnd yang bertindak sebagai *ground* (hitam) yang dihubungkan ke pin GND, sedangkan antara LCD 16x2 dengan *Arduino Uno* menggunakan 10 buah pin yang terhubung yaitu pin vss yang bertindak sebagai

power (merah) yang dihubungkan ke pin +5v, pin vdd yang bertindak sebagai *ground* (hitam) yang dihubungkan ke pin GND, pin RS yang bertindak sebagai *register select* (biru) yang dihubungkan ke pin D12, pin E yang bertindak sebagai *enable* (kuning) yang dihubungkan ke pin D11, pin D4 yang bertindak sebagai *Data Bus 4* (cyan) yang dihubungkan ke pin D5, pin D5 yang bertindak sebagai *Data Bus 5* (ochre) yang dihubungkan ke pin D4, pin D6 yang bertindak sebagai *Data Bus 6* (orange) yang dihubungkan ke pin D3, pin D7 yang bertindak sebagai *Data Bus 7* (abu) yang dihubungkan ke pin D2, pin anoda yang bertindak sebagai tegangan positif backlight (merah) yang dihubungkan ke pin +5V dan pin katoda yang bertindak sebagai tegangan negative backlight (hitam) yang dihubungkan ke pin GND, sedangkan antar LCD 16x2 dengan *potensiometer* menggunakan 3 buah pin yaitu pin tegangan input yang bertindak sebagai *power* (merah) yang dihubungkan ke pin +5V, pin tegangan output yang bertindak sebagai pengatur kontras karakter (hijau) yang dihubungkan ke pin VO dan pin gnd yang bertindak sebagai *ground* (hitam) yang dihubungkan ke pin GND.



Gambar 3. Perancangan skematik

3. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pengumpulan referensi yang akan digunakan dalam penelitian ini. Pengumpulan data Pustaka ini bersumber dari buku, jurnal dan artikel laporan penelitian. Data Pustaka yang akan digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan pada penjelasan dibawah ini.

3.1. PH Air

Air merupakan salah satu material sebagai sumber dari kehidupan dan bagian terpenting untuk kelangsungan kehidupan umat manusia dan seluruh makhluk hidup yang berada dibumi. Air juga merupakan salah satu material penting yang menjadikan kehidupan pada makhluk hidup terjadi. Seluruh makhluk hidup yang ada dibumi mempunyai sel yang terdiri dari air lebih dari 60% dengan aktivitas metaboliknya memilih tempat pada larutan air. Dalam kegunaan air pada kegiatan keseharian biasa diperuntukan dalam kegiatan antara lain kegiatan rumah tangga, bertani, transportasi hingga dunia perindustrian.

Kadar keasaman cairan (pH) adalah parameter yang pasti digunakan dalam mengetahui tingkat kadar keasaman atau kebasaan pada suatu cairan. Kadar keasaman diartikan dengan kologaritma aktivitas ion hidrogen (H⁺). Koefisien aktivitas ion hidrogen belum bisa dihitung dengan percobaan, oleh sebab itu hasilnya berdasarkan dengan memperhitungkan teoritis. Sekala keasaman pH cairan bukanlah merupakan skala yang absolut. Berikut merupakan hal yang dapat berdampak pada kelangsungan hidup makhluk hidup

jika kadar nilai pH suatu cairan tidak sama berat adalah dapat membuat indicator pada air tidak seimbang sehingga air tersebut dapat mengalami peralihan pada warna, aroma dan rasa.

Dari penjelasan tersebut didapatkan simpulan bahwa mengetahui indicator keasaman suatu cairan dapat menjadi hal terpenting dalam menggunakan cairan sebagai suatu alat kontrol kualitas air yang bersih untuk sebagai kebutuhan utama pada aktivitas keseharian masyarakat [3].

3.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer yang dikemas dalam satu chip IC (*Integrated Circuit*) yang bertugas dalam menerima, mengelola, dan mengirimkan suatu sinyal sesuai dengan program yang dijalankan, mikrokontroler yang sering digunakan dalam pembuatan alat IoT yaitu mikrokontroler Raspberry Pi dan Arduino. Raspberry Pi adalah suatu mikrokontroler dengan mempunyai besaran seperti handphone 5 inch, mikrokontroler Raspberry Pi dapat digunakan layaknya computer saat Raspberry Pi dihubungkan dengan perangkat yang dibutuhkan. Mikrokontroler Raspberry Pi dipasarkan pada tahun 2012 yang dikembangkan pertama kali oleh Raspberry Pi Foundation dan ahli dari Universitas Cambridge, Inggris [4]. Selain Raspberry Pi terdapat mikrokontroler Arduino yang merupakan perangkat elektronik open source yang berlandaskan pada mikrokontroler Atmel AVR Atmega328. mikrokontroler arduino dibuat untuk mempermudah pembuatan suatu purwarupa perangkat keras elektronik, dimana mikrokontroler Arduino dapat digunakan dalam melakukan pengolahan suatu data yang didapatkan oleh suatu sensor [5]. Modul Arduino mempunyai 14 buah pin digital input dan output, 6 buah analog untuk input, dan 5volt power input melalui power supply luaran ataupun konektor USB. Dalam mikrokontroler arduino terdiri juga tombol reset yang diperuntukan dalam merestart program yang telah di-upload. Masing-masing pin digital yang terdapat pada mikrokontroler Arduino dapat berguna untuk input maupun output, tergantung keperluan dari user yang dapat ditentukan dalam program.

Dalam peluncurannya terdapat banyak jenis mikrokontroler Arduino, salah satunya yaitu Arduino R3 yang merupakan varian yang diluncurkan tahun 2012. Mikrokontroler Arduino bisa diprogram pada perangkat lunak Arduino Sketch yang menggunakan bahasa pemrograman C. Selain itu didalam mikrokontroler Arduino telah terdapat komunikasi, sehingga untuk user laptop/pc dapat menggunakan port USB yang bisa pasang langsung pada Board mikrokontroler Arduino. [6].

3.3. Arduino IDE

Arduino IDE adalah software untuk digunakan dalam melakukan pembuatan suatu program di sebuah mikrokontroler seperti Arduino, dengan kata lain Arduino IDE adalah sebuah perangkat lunak yang bisa dipergunakan dalam pembuatan suatu program pada board Arduino. Arduino IDE sanggup melakukan programing modul yang mampu bekerja sama bersama mikrokontroler Arduino seperti modul sensor, lcd, drive, dan lain-lain [7]. Arduino IDE juga dapat dipergunakan dalam melakukan program penyimpanan dalam mikrokontroler, salah satu contohnya yaitu mikrokontroler Arduino. Mikrokontroler Arduino adalah suatu perangkat sumber terbuka yang dibuat khas dalam mempermudah setiap pengguna dalam mengembangkan suatu modul elektronik sehingga dapat melakukan interaksi dengan beragam jenis modul sensor beserta pengontrol.

3.4. Sensor PH Air

Sensor pH meter merupakan suatu sensor yang dapat melakukan pengukuran tingkat kadar keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh cairan/larutan. Cara bekerja dari sensor pH air yang utama berada di bagian sensor probe dengan material terbuat dari elektroda kaca, dimana pada elektroda kaca tersebut terdapat larutan HCL yang terdapat pada bagian ujung sensor probe, sensor probe tersebut akan mengukur besaran nilai ion H_3O^+ pada suatu larutan sehingga dapat mengetahui kadar PH pada suatu larutan/cairan[8]. Elektroda sensor pada sensor PH air terbentuk dari bahan lapisan kaca yang sensitif dengan impedansi yang kecil oleh sebab itu dapat mendapatkan hasil pembacaan dan penilaian yang stabil dan cepat pada suhu cairan/larutan tinggi maupun rendah. Hasil dari pembacaan nilai sensor PH bisa didapatkan oleh mikrokontroler dengan menggunakan antarmuka PH 2.0 yang sudah ada pada modul

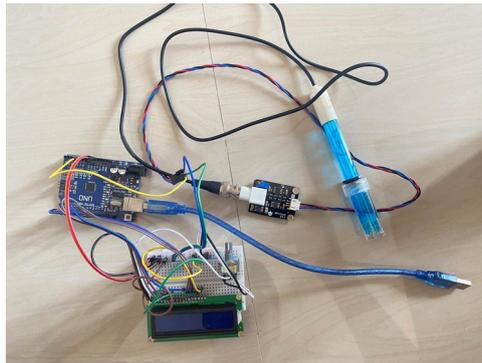
sensor PH air. Sensor PH air ini sangat baik untuk digunakan dalam melakukan pembacaan kadar PH cairan dengan interval waktu yang lama [9].

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan Pembahasan memuat hasil yang didapatkan setelah melakukan perancangan pada sistem, pengujian sistem, serta terakhir analisa sistem pada penelitian yang telah dilakukan. Berikut merupakan penjelasan dari hasil perancangan sistem.

4.1. Implementasi Rangkaian

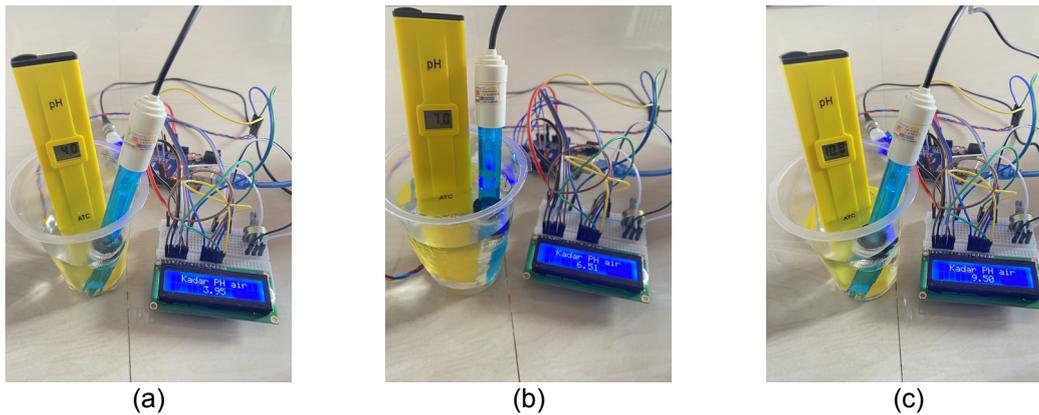
Implementasi rangkaian dapat dilihat pada Gambar 4. Dimana sensor PH air DFRobot v1 dihubungkan ke mikrokontroler *Arduino Uno R3* dengan menggunakan kabel dengan masing-masing pin dari sensor yaitu pin sumber tegangan positif akan ke pin +5v, pin analog A0 akan ke pin A0 dan pin sumber tegangan negatif akan ke pin GND.



Gambar 4. Implementasi rangkaian

4.2. Hasil Pengujian dan Kalibrasi Sensor

Hasil pengujian dan proses kalibrasi pada sensor diperoleh dari melakukan percobaan dengan menggunakan beberapa jenis minuman seperti air cuka, air soda, air lemon, air jeruk, air kopi, susu, yogurt, susu kedelai, yakult, air mineral, baking soda, sabun cuci baju, sabun cuci tangan, sabun cuci piring, cairan pembersih lantai, pemutih pakaian dan sabun cuci motor. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui besaran tingkat keakuratan sensor PH air dalam membaca kadar PH air mulai dari kadar asam, netral dan basa. kalibrasi sensor PH air dilakukan dengan maksud untuk mengetahui bahwa sensor PH air yang uji cobakan dapat menampilkan nilai PH air yang sama dengan alat pengukuran yang biasa digunakan. Metode dalam melakukan proses kalibrasi yang digunakan pada percobaan penelitian ini yaitu menggunakan metode Root Mean Square Error (RMSE) yaitu besarnya kesalahan pada hasil pengukuran dengan membandingkan hasil pengukuran dari sensor dengan alat standar. Semakin kecil nilai RMSE, semakin akurat hasil pengukurannya [10]. Untuk mengetahui tingkat keakuratan nilai sensor dilakukan perbandingan dengan PH meter. Contoh proses pengujian antara sensor PH air yang diujikan dengan menggunakan PH meter digital bisa dilihat pada Gambar 5. (a) percobaan perbandingan sensor PH air dan PH meter menggunakan cairan PH asam. (b) percobaan perbandingan sensor PH air dan PH meter menggunakan air mineral. (c) percobaan perbandingan sensor PH air dan PH meter menggunakan cairan PH basa. Hasil pengujian perbandingan nilai antara sensor PH air dan PH meter bisa dilihat pada Tabel 2.

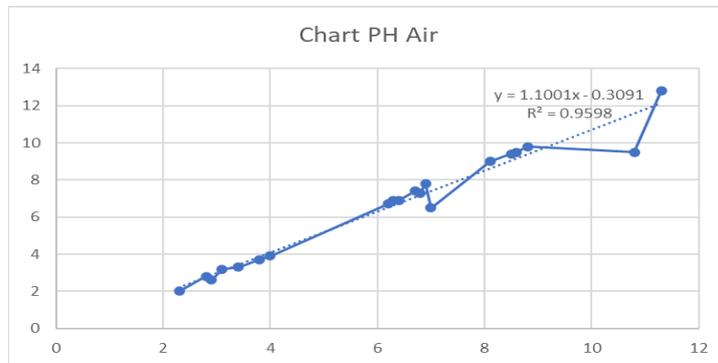


Tabel 2. Hasil perbandingan sensor PH air DFRobot dengan PH meter

Pengujian Ke-	Pengujian Sensor PH			
	Sensor PH	PH Meter	Error	Square Error
1	2,3	2	0,3	0,09
2	2,8	2,8	0	0
3	2,9	2,6	0,3	0,09
4	3,1	3,2	-0,1	0,01
5	3,4	3,3	0,1	0,01
6	3,8	3,7	0,1	0,01
7	4,0	3,9	0,1	0,01
8	6,2	6,7	-0,5	0,25
9	6,3	6,9	-0,6	0,36
10	6,4	6,9	-0,5	0,25
11	6,7	7,4	-0,7	0,49
12	6,8	7,3	-0,7	0,49
13	6,9	7,8	-0,5	0,25
14	7,0	6,5	-0,9	0,81
15	8,1	9	0,5	0,25
16	8,5	9,4	-0,9	0,81
17	8,6	9,5	-0,9	0,81
18	8,8	9,8	-0,9	0,81
19	10,8	9,5	1,3	1,69
20	11,3	12,8	-1,5	2,25
Jumlah Square Error				9,74
Jumlah Data				20
Root Mean Squared Error (RMSE)				0,70

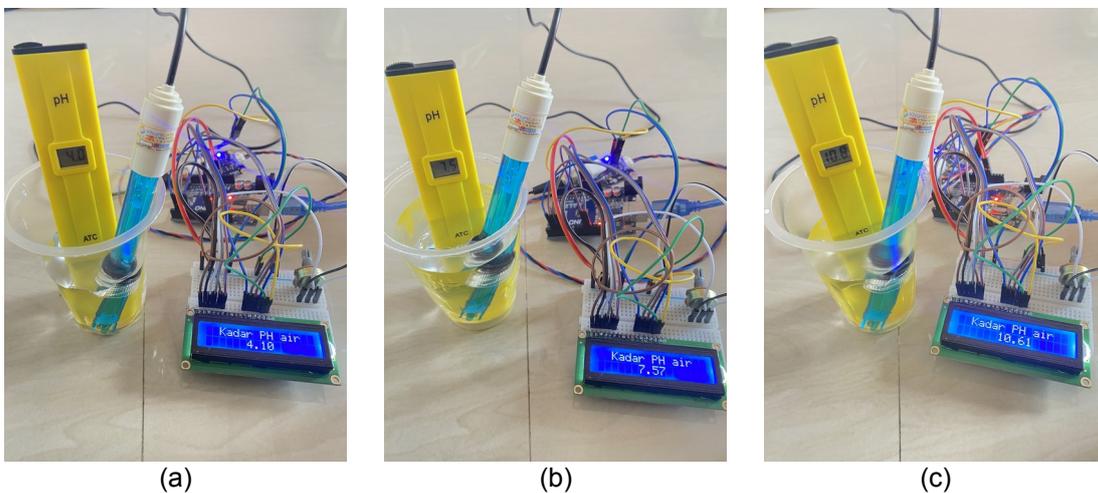
Table 2 merupakan hasil perbandingan sensor PH air dan PH meter sebelum dilakukan proses kalibrasi sensor. Dimana percobaan dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dengan jumlah *square error* yang didapatkan sebesar 9,74 dan hasil tersebut juga mendapatkan nilai *Root Mean Squared Error* (RSME) sebesar 0,70 dimana hasil tersebut masih bisa di perkecil dengan melakukan kalibrasi sensor sehingga nilai yang didapatkan oleh sensor

PH air akan menjadi lebih baik. Kalibrasi dilakukan dengan mencari nilai perbandingan antara nilai yang didapatkan oleh sensor dengan nilai dari alat ukur yang pasti, dimana proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan sensor PH air dengan alat ukur yaitu PH meter, untuk mendapatkan nilai y dan R^2 . Nilai dari y dan R^2 yang digunakan untuk proses kalibrasi sensor bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Chart perbandingan sensor

Gambar 5 merupakan *chart* kalibrasi sensor PH air. Kalibrasi dilakukan dengan memasukkan nilai y ke dalam kode program dengan menggunakan rumus $x = y + 0.3091 : 1.1001$, dimana x merupakan nilai yang didapatkan oleh sensor setelah proses kalibrasi dan y merupakan nilai yang didapatkan oleh sensor sebelum setelah proses kalibrasi. Proses pengujian sensor setelah dilakukan kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 6. (a) percobaan perbandingan sensor PH air dan PH meter menggunakan cairan PH asam setelah proses kalibrasi. (b) percobaan perbandingan sensor PH air dan PH meter menggunakan air mineral setelah proses kalibrasi. (c) percobaan perbandingan sensor PH air dan PH meter menggunakan cairan PH basa setelah proses kalibrasi. dan hasil pengujian sensor setelah dilakukan proses kalibrasi bisa dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Hasil Perbandingan Sensor PH Air DFRobot Setelah Kalibrasi

Pengujian Ke-	Pengujian Sensor PH			
	Sensor PH	PH Meter	Error	Square Error
1	2,5	2	0,5	0,25
2	2,6	2,6	0	0
3	2,7	2,7	0	0

4	3,2	3,2	0	0
5	3,5	3,5	0	0
6	3,6	3,8	-0,2	0,04
7	4	4,1	-0,1	0,01
8	5,9	5,8	0,1	0,01
9	6,3	6,8	-0,5	0,25
10	6,4	6,8	-0,4	0,16
11	6,6	6,8	-0,2	0,04
12	7,5	7,5	0	0
13	7,8	8	-0,2	0,04
14	8,3	8,4	-0,1	0,01
15	8,4	8,5	-0,1	0,01
16	8,7	9	-0,3	0,09
17	9,2	9,4	-0,2	0,04
18	9,5	9,8	-0,3	0,09
19	10,8	10,6	0,2	0,04
20	12	12,8	-0,8	0,64
Jumlah Square Error				1,72
Jumlah Data				20
Root Mean Squared Error (RMSE)				0,29

Hasil percobaan sensor PH air setelah proses kalibrasi sensor. Dimana menggunakan sensor PH air dan PH meter sebagai perbandingan. Pengujian dilakukan menggunakan beberapa media seperti cairan PH asam, air mineral, cairan PH basa, baking soda, sabun cuci baju, sabun cuci tangan, sabun cuci piring, cairan pembersih lantai, pemutih pakaian, sabun cuci motor, air soda, air cuka, air lemon, air jeruk, air kopi, air hujan, susu, yogurt, susu kedelai, dan yakult. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 20 kali pengujian dengan hasil pengujian yang didapatkan yaitu dengan jumlah *Root Mean Squared Error* (RMSE) bernilai 0.29 berarti hasil yang didapatkan oleh sensor PH tidak menjauhi dari nilai aslinya dan nilai *Root Mean Squared Error* (RSME) yang didapatkan jauh lebih baik dari nilai sebelum dilakukan proses kalibrasi sensor.

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah alat PH meter dengan sensor PH air berbasis arduino yang dirancang dapat digunakan untuk membantu dalam melakukan pengukuran kadar PH air untuk mengetahui tingkat kebersihan air. Hasil yang didapatkan dari beberapa percobaan yang dilakukan dengan menggunakan alat PH meter dengan sensor PH air adalah hasil pengukuran yang didapatkan oleh sensor tidak jauh berbeda dari nilai perbandingan yang dikeluarkan oleh PH meter yang dapat dilihat pada hasil perbandingan dimana didapatkan hasil selisih antara sensor PH air dengan PH meter kurang dari 1 dan *Root Mean Squared Error* (RSME) yang didapatkan setelah percobaan sebesar 0,29 pada suhu normal yaitu $\pm 25^{\circ}\text{C}$.

References

- [1] A. Dharmadi and D. M. Sri Arsa, "Studi Pustaka Sistem Pemantauan Jaringan Distribusi Air Publik berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 8, no. 1, p. 54, 2020, doi: 10.24843/jim.2020.v08.i01.p06.
- [2] H. R. Fajrin, U. Zakiyyah, and K. Supriyadi, "Alat Pengukur Ph Berbasis Arduino," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010207.
- [3] J. Karangan, B. Sugeng, and S. Sulardi, "UJI KEASAMAN AIR DENGAN ALAT

- SENSOR pH DI STT MIGAS BALIKPAPAN,” *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, p. 65, 2019, doi: 10.31602/jk.v2i1.2065.
- [4] I. W. Pande Agustiana Putra, I. N. Piarsa, and K. Suar Wibawa, “Sistem Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android,” *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 6, no. 3, p. 167, 2018, doi: 10.24843/jim.2018.v06.i03.p03.
- [5] K. S. Wibawa, A. Pratama, and I. N. Piarsa, “Prototipe Sistem Prabayar Pdam Terpadu Menerapkan,” *Jusikom J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 05, no. 02, pp. 82–95, 2020.
- [6] B. Artono and R. G. Putra, “Penerapan Internet Of Things (IoT) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web,” *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 9–16, 2019, doi: 10.25047/jtit.v5i1.73.
- [7] F. Djuandi, *Pengenalan Arduino*. 2011.
- [8] B. Perteka, N. Piarsa, and K. S. Wibawa, “Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis Internet of Things,” *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 197–210, 2020.
- [9] U. Syafiqoh, S. Sunardi, and A. Yudhana, “Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 2, pp. 285–289, 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i2.878.
- [10] K. D. Komang Try Wiguna Adhitya Primantara, Putu Wira Bhuana, “Water and Air Quality Monitoring System based on the Internet of Things,” *LONTAR Komput.*, vol. 12, no. 3, pp. 151–162, 2021, doi: 10.24843/LKJITI.2021.v12.i03.p03.
-