

Kalibrasi Sensor pH dengan Arduino Nano Sebagai Mikro Kontroler Menggunakan NaOH, HCl dan Aquades Sebagai Kalibrator

Dwi Novianto¹, Ika Setiyowati², Riva Ismawati³

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, ³Prodi Pendidikan IPA

Universitas Tidar

Jl. Kapten S Parman no. 39 Magelang

¹nopi_jte@untidar.ac.id

²ikasetiyowati@untidar.ac.id

³rivaismawati@untidar.ac.id

Abstract— Budidaya ikan dalam kolam semakin bertambah seiring dengan populernya sistem pertanian Aquaponik diperkotaan. Dalam budidaya ikan menggunakan kolam, monitoring kualitas air sangatlah penting untuk menekan tingkat kematian ikan. Salah satu senyawa yang berbahaya bagi ikan adalah Amonia (NH_3). Pengukuran Amonia dapat dilakukan dengan menggunakan tiga sensor yaitu sensor pH, suhu dan Amonium (NH_4). Untuk memperoleh hasil pengukuran pH yang akurat, proses kalibrasi diperlukan. Kalibrasi sensor pH dilakukan dengan menggunakan larutan HCl, NaOH dan Aquades. Hasil kalibrasi yang diperoleh cenderung linier, sehingga *linear trendline approach* digunakan. Dengan pendekatan tersebut rata-rata *error* turun 2,833%.

Keywords— Kalibrasi, sensor pH, Arduino nano, budidaya, akuaponik

I. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai dua musim yaitu musim kemarau dan penghujan. Pada musim kemarau, kualitas dan kuantitas hasil pertanian pangan menurun [1]. Meski menurun, konsumsi hasil pertanian pada saat kemarau dan penghujan tetap sama [2]. Penurunan jumlah produksi dengan tetapnya permintaan menyebabkan kenaikan harga produk pertanian. Naiknya bahan pokok tidak hanya berdampak negatif pada konsumen, tetapi juga pada petani. Hal tersebut karena mayoritas petani membeli produk-produk pertanian untuk konsumsi sehari-hari karena sawah garapan mereka tidak dapat ditanami pada musim kemarau. Oleh karena itu perlu teknologi pertanian yang dapat meningkatkan hasil pertanian pada sehingga petani tetap dapat memproduksi hasil pertanian di musim kemarau.

Teknologi pertanian yang ditawarkan adalah pertanian dengan metode akuaponik [3]. Sistem pertanian akuaponik menawarkan dua keuntungan yaitu panen ikan dan sayuran. Metode pertanian ini solusi yang baik, namun perawatannya lebih rumit jika dibandingkan dengan pertanian tradisional menggunakan tanah. Petani harus memastikan kadar oksigen dan pH agar kotoran ikan yang mengandung Amonia dapat didekomposisi menjadi nitrit dan nitrat. Hal tersebut harus

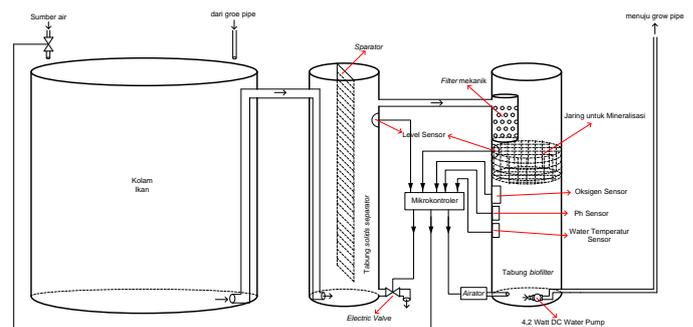
dilakukan agar ekosistem akuaponik dapat terjaga. Variabel-variabel tersebut sulit dipahami oleh para petani desa karena 81% petani tidak menyelesaikan pendidikan tingkat pertama dan menengah [4]. Oleh karena itu diperlukan alat yang dapat menjaga ekosistem akuaponik secara otomatis.

Sistem akuaponik cerdas ditawarkan untuk menjaga ekosistem akuaponik secara otomatis. Sistem ini terdiri dari sensor pH, oksigen dan suhu air serta sensor Hidrogen sulfida.

Makalah ini akan fokus pada kalibrasi sensor pH air. Proses kalibrasi bertujuan untuk mendapatkan pembacaan yang stabil dan akurat. Pembahasan mengenai rancangan sistem, komponen-komponen dan hasil kalibrasi akan dibahas pada bab berikutnya

II. SISTEM AKUAPONIK CERDAS

Prinsip kerja system cerdas akuaponik hampir sama dengan Pengolahan Air Limbah (PAL) [5]. Kesamaan dua system tersebut adalah penggunaan sensor pH dan Oksigen dalam air.



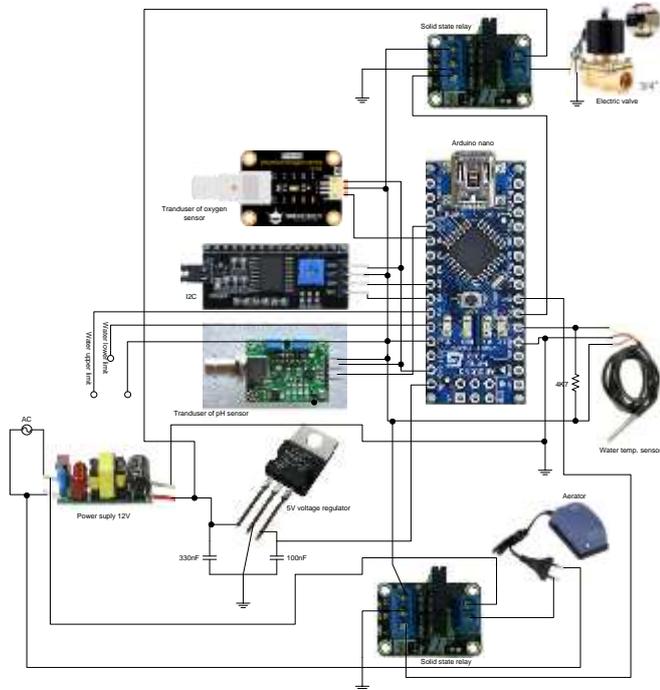
Gambar 1. Rancang Bangun Aquaponik Cerdas

Ditunjukkan pada Gambar 1, sensor-sensor tersebut berfungsi menjaga kondisi air pada *biofilter* agar bakteri nitrifikasi yang bertugas mendekomposisi limbah tetap aktif. Sensor pH diperuntukkan untuk memonitor level pH air pada *biofilter*. Air dalam *biofilter* dijaga pada pH netral agar bakteri nitrifikasi dapat aktif mendekomposisi Amonia (NH_3) menjadi Nitrit (NO_2^-) and dan Nitrat (NO_3^-) [6]. Apabila pH air pada

biofilter menurun, air kapur dialirkan ke dalam biofilter untuk menaikkan pH. Dengan demikian dalam system ini memerlukan pengukur pH yang akurat agar dapat memperhitungkan volume air kapur yang akan ditambahkan kedalam biofilter sehingga pH air tetap dalam kondisi netral.

III. RANGKAIAN SISTEM AKUAPONIK CERDAS

Rangkaian sistem akuaponik cerdas secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan Sistem Akuaponik Cerdas

Pada Gambar 2, menunjukkan bahwa terdapat tiga sensor yang digunakan pada sistem akuaponik cerdas yaitu sensor pH, oksigen dan suhu air. Makalah ini memfokuskan pada rancang bangun pengukuran pH air karena keterbatasan waktu sehingga rancang bangun sensor-sensor yang lain akan dibahas pada penelitian selanjutnya. Perancangan pengukuran pH air terdiri dari tiga komponen utama yaitu, sensor pH, mikrokontroler dan catudaya.

A. Sensor pH

Sensor pH merupakan sensor yang sering digunakan dalam sistem penanaman akuaponik modern [7]. Modul sensor pH V.1.1 dengan probe MSP340 digunakan karena dapat bekerja pada suhu 10°-50°C dengan tegangan kerja 5V. Tegangan kerja 5V dapat diperoleh dari keluaran Arduino Nano sehingga sensor ini dapat diintegrasikan dengan mudah pada mikrokontroler Arduino Nano.

B. Mikrokontroler

Pada sistem akuaponik cerdas, perangkat kontroler yang digunakan adalah Arduino Nano. Mikrokontroler ini dipilih karena mempunyai pin input/output digital dan analog yang cukup. Selain itu perangkat ini mudah ditemukan dipasaran

dengan harga yang terjangkau sehingga biaya produksi tidak terlalu tinggi [8].

C. Catudaya

Catudaya yang digunakan untuk mencatu sistem akuaponik cerdas adalah *swich mode power supply*. Catudaya jenis ini digunakan karena ukurannya kecil, efisiensinya tinggi dan harganya terjangkau [9]. Tegangan luaran 12V dari *swich mode power supply* diregulasi menggunakan IC regulator 7808. Regulator 8V tersebut dipilih karena dalam *board* Arduino nano terdapat regulator tegangan 5V sehingga input yang diberikan ke Arduino Nano harus lebih dari tegangan regulatornya agar luaran pada Arduino Nano stabil pada tegangan 5V.

IV. PROSES DAN HASIL KALIBRASI

Kalibrasi pada alat ukur merupakan hal wajib agar hasil pengukuran akurat. Kalibrasi sensor pH menggunakan HCl, NaOH dan Aquades sebagai kalibratornya. Larutan tersebut ditakar menjadi 14 botol dengan pH 1-14. Pengukuran diambil tiga puluh dua kali pada setiap tingkatan pH kemudian dirata-rata. Pembacaan sensor diperhalus dengan mengaplikasikan *Simple Moving Average* (SMA). Persamaan SMA diperlihatkan pada persamaan (1).

$$SMA = \frac{P_M + P_{M-1} + \dots + P_{M-(n-1)}}{n} \quad (1)$$

P_M : point value at time M

n : number of data point used

Perbedaan penerapan SMA dan tanpa SMA diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbedaan Grafik Pembacaan Antara Penerapan SMA dan Tanpa SMA

Garis biru merupakan hasil pembacaan pada laruta dengan pH 7 tanpa penerapan SMA. Garis oranye merupakan hasil pembacaan dengan penerapan SMA pada pH yang sama. Perbedaan hasil pembacaan dua garis nampak bahwa tanpa SMA pembacaan terlihat tidak stabil. Sedangkan pembacaan pH dengan penerapan SMA cenderung lebih stabil yang ditandai dengan grafik yang tidak fluktuatif. Pembacaan pada setiap tingkatan pH diperoleh *error* seperti yang tertulis pada Tabel 1. *Error* tersebut diperoleh dari persamaan (2) dan (3).

$$error_{average} = \sum_{i=1}^n error_i \quad (2)$$

dengan,

$$error = |sensor\ re - true\ pH| \quad (3)$$

sejumlah 2,833%. Penuruna *error* pada setiap tingkatan pH dan rata-ratanya diperlihatkan pada Tabel 2.

TABEL 1

PERBANDINGAN *ERROR* PADA APLIKASI SMA DAN TANPA SMA

pH	Original error (%)	SMA error (%)
1	25.79	25.7
2	9.88	9.77
3	2.316	2.32
4	9.027	9.02
5	9.251	9.3
6	4.76	4.82
7	0.55	0.54
8	0.462	0.48
9	2.495	2.3
10	0.272	0.27
11	8.394	8.39
12	12.39	12.3
13	13.4	13.4
14	11.22	11.2
Average Error	7.871	7.85

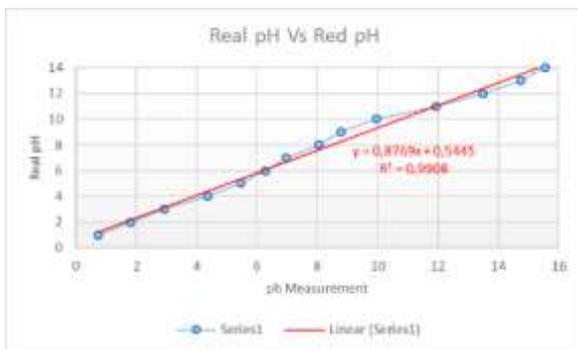
TABEL 2

PENGARUH *LINEAR TRENDLINE APPROACH* PADA TINGKATAN *ERROR*.

Real pH	Without Trendline Approach		Apply Trendline Approach	
	pH Measurement	Error (%)	pH Measurement	Error(%)
1	0.742	25.791	1.137	13.672
2	1.802	9.880	2.075	3.752
3	2.931	2.316	3.073	2.446
4	4.361	9.027	4.339	8.484
5	5.463	9.251	5.314	6.282
6	6.286	4.760	6.042	0.708
7	6.962	0.550	6.641	5.134
8	8.037	0.462	7.592	5.095
9	8.775	2.495	8.246	8.379
10	9.973	0.272	9.306	6.945
11	11.923	8.394	11.032	0.287
12	13.487	12.391	12.415	3.461
13	14.742	13.396	13.526	4.043
14	15.570	11.217	14.259	1.850
Error Average		7.871		5.039
Margin of Error Between without and Applying Trendline Approach				2.833

Perbedaan *error* pada Tabel 1 tidak terlalu signifikan. Maka penerapan SMA hanya dapat membuat pembacaan lebih stabil namun tidak berpengaruh banyak pada penurunan *error*.

Penurunan tingkat *error* pada pengukuran dapat dilakukan dengan penerapan *trendline approach*. Pembacaan nilai pH dari 1 hingga 14 diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata Pembacaan Nilai pH 1-14 dan Penerapan *Trendline Approach*.

Gambar 4 menunjukkan bahwa *Linear Trendline Approach* menghasilkan persamaan (4).

$$Real_{pH} = 0.8769x_{pH_{measurement}} + 0.5445 \quad (4)$$

Persamaan (4) dimasukkan kedalam Sketch Arduino kemudian dilakukan pembacaan ulang pada larutan pH 1-14. Hasil dari penerapan persamaan (4) diperoleh penurunan rata-rata *error*

Hasil perhitungan rata-rata *error* pada Tabel 2 menunjukkan bahwa *Linear Trendline Approach* dapat menaikkan akurasi pembacaan pH sehingga *error* dapat ditekan dari 7,871% menjadi 5,039%.

V. KESIMPULAN

Hasil kalibrasi pengukuran pH dapat disimpulkan bahwa, *Simple Moving Average* dapat digunakan untuk membuat pembacaan hasil pengukuran stabil namun tidak berpengaruh terhadap penurunan *error* sehingga penurunan *error* pada pengukuran pH menerapkan *Linear Trendline Approach*. Penerapan *Linear Trendline Approach* pada pengukuran pH berdampak positif, yaitu diperoleh penurunan *error* sebesar 2,833%.

REFERENCES

- [1] D. I. Levine and D. Yang, "The impact of rainfall on rice output in Indonesia," National Bureau of Economic Research, 2014.
- [2] M. S. S. Ali, A. Majika, and D. Salman, "Food consumption and production in Tempe Lake, South Sulawesi, Indonesia," *J. Asian Rural Stud.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–52, 2017.
- [3] S. Goddek, B. Delaide, U. Mankasingh, K. V. Ragnarsdottir, H. Jijakli, and R. Thorarinsdottir, "Challenges of sustainable and commercial aquaponics," *Sustainability*, vol. 7, no. 4, pp. 4199–4224, 2015.
- [4] B. Hartono and E. Rohaeni, "Contribution to income of traditional beef cattle farmer households in Tanah Laut Regency, South Kalimantan, Indonesia," *Livest. Res. Rural Dev.*, vol. 26, no. 8, p. 10, 2014.

- [5] T. I. Salim, H. S. Alam, R. P. Pratama, I. A. F. Anto, and A. Munandar, "Portable and online water quality monitoring system using wireless sensor network," in *2017 2nd International Conference on Automation, Cognitive Science, Optics, Micro Electro--Mechanical System, and Information Technology (ICACOMIT)*, 2017, pp. 34–40.
- [6] C. Somerville, M. Cohen, E. Pantanella, A. Stankus, and A. Lovatelli, *Small-scale Aquaponic Food Production*. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nation, 2014.
- [7] T. Y. Kyaw and A. K. Ng, "Smart aquaponics system for urban farming," *Energy Procedia*, vol. 143, pp. 342–347, 2017.
- [8] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Fernandez, M. Castro, and C. Pérez, "Collaborative robotic educational tool based on programmable logic and Arduino," presented at the 2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE), 2016, pp. 1–8.
- [9] Reshma K P, Sreenath R, and N. Pai, "Design and implementation of an isolated switched-mode power supply for led application," in *2016 International Conference on Computation of Power, Energy Information and Commuincation (ICCPEIC)*, 2016, pp. 459–461.