

Sistem Kontrol Nilai EC (*Electrical Conductivity*) Untuk Nutrisi Tanaman Bayam Hidroponik Berbasis Mikrokontroler ATmega 328

(*EC (Electrical Conductivity) Value Control System for Hydroponic Spinning Plant Nutrition Based On ATmega 328 Microcontroller*)

Solihin Pahlepi Nasution, Purwana Satriyo, Devianti

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
Corresponding author : papazzalfa@gmail.com

Abstrak. Otomasi adalah sebuah proses yang secara otomatis mengontrol operasi mekanik dan perlengkapan mekanik atau juga elektronika yang dapat menggantikan manusia dalam mengamati dan mengambil sebuah keputusan. Sistem kontrol adalah bagian otak atau pikiran dari keseluruhan suatu sistem. Sistem kontrol dapat tersusun dari komputer, rangkaian elektronik yang sederhana, peralatan mekanik. Penerapan sistem hidroponik tidak terlepas dari nutrisi tanaman, biasanya ditandai dengan nilai TDS ppm dan EC ms/cm. Perubahan nilai EC yang tidak terkendali akan mengganggu pertumbuhan tanaman, sehingga diperlukan suatu kendali yang dapat mengontrol EC agar tetap sesuai dengan kebutuhan tanaman. Salah satu aplikasi sistem kendali untuk mengontrol EC adalah menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan suatu alat elektronik digital yang berfungsi sebagai bagian pengolah informasi untuk sistem kendali. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AVR tipe ATmega328.

Kata kunci : Sistem Kontrol, Otomasi, Hidroponik, Nilai TDS EC

Abstract. Automation is a process that automatically controls the operation of mechanical and mechanical equipment or electronics that can replace humans in observing and making decisions. The control system is part of the brain or mind of the whole system. The control system can be composed of computers, simple electronic circuits, mechanical equipment. The application of a hydroponic system cannot be separated from plant nutrition, usually indicated by the TDS value of ppm and EC ms/cm. Uncontrolled changes in EC values will interfere with plant growth, so we need a control that can control EC so that it remains in accordance with plant needs. One of the control system applications to control EC is using a microcontroller. Microcontroller is a digital electronic device that functions as part of the information processing for the control system. The microcontroller used is an AVR microcontroller type ATmega328.

Keywords: Control System, Automatization, Hydroponic, TDS EC Values

PENDAHULUAN

Otomasi adalah sebuah proses yang secara otomatis mengontrol operasi mekanik dan perlengkapan mekanik atau juga elektronika yang dapat menggantikan manusia dalam mengamati dan mengambil sebuah keputusan. Sistem kontrol adalah bagian otak atau pikiran dari keseluruhan suatu sistem. Sistem kontrol dapat tersusun dari komputer, rangkaian elektronik yang sederhana, peralatan mekanik (Oktariawan, 2013).

Arduino adalah suatu *open-sourch* platform elektronik yang berbasis kemudahan penggunaan (*easy to use*) baik hardware maupun software. Dengan kata lain, Arduino adalah sebuah sistem dasar yang terdiri dari hardware dan software yang mengutamakan kemudahan dalam penggunaannya (Ahyadi, 2018). Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (*datasheet*). IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis sebuah program bahkan berbagai jenis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler (Juandi, 2011).

Sensor EC merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur dan mendeteksi cairan nutrisi atau konduktivitas listrik dari cairan yang ada di dalam tandon air yang telah tercampur dengan larutan nutrisi hidroponik (Aprilia, 2020). Penentuan kualitas air dapat ditinjau dari salah satunya, yaitu dari parameter konduktivitas listrik (EC) dan padatan terlarut (TDS). Nilai konduktivitas pada air menunjukkan adanya kandungan mineral – mineral, seperti magnesium

flour, natrium, dan kalsium. Biasanya nutrisi yang paling umum digunakan dalam budidaya sistem hidroponik adalah Nutrisi AB mix. Nutrisi AB mix adalah salah satu jenis nutrisi dengan campuran unsur hara makro dan mikro. Nutrisi yang digunakan mengandung dua stok, yaitu stok A dan stok B.

Perubahan nilai EC yang tidak terkendali akan mengganggu pertumbuhan tanaman, sehingga diperlukan suatu kendali yang dapat mengontrol EC agar tetap sesuai dengan kebutuhan tanaman, salah satu aplikasi sistem kendali untuk mengontrol EC adalah menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan sebuah chip komputer yang bentuk fisiknya berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*) (Dharmawan, 2017). Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AVR tipe ATmega328. Menurut Madhawirawan (2013), mikrokontroler jenis ini memiliki keunggulan, yaitu memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*. Oleh karena itu mikrokontroler jenis ini yang akan diprogram untuk mengontrol sensor dan aktuator sebagai pengendali dan pengontrol otomatis nilai EC.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini yaitu mikrokontroler ATmega328 (Arduino Uno), modul sensor TDS EC meter tipe *Gravity*, sensor suhu tipe DHT 22, modul *relay 2 Chanel*, kabel *jumper*, wayer, LCD 20 x 4, *projectboard* laptop, software Arduino IDE, perangkat hidroponik, penampung nutrisi dan pompa air, benih bayam, rockwool, net pot, air pam, dan AB mix.

Perancangan Alat

Perancangan alat meliputi pembuatan skematis sistem kontrol nilai EC, skematis sensor, pemasangan *power supply*, dan pemasangan seluruh komponen hingga menjadi satu rangkaian alat pengontrol otomatis nilai EC yang utuh dan baik. Setelah itu, akan dilakukan verifikasi rangkaian, jika terdapat kesalahan maka akan dilakukan perancangan kembali skematis sistem kendalinya, namun jika sudah terverifikasi baik, maka akan dilanjutkan dengan tahap kalibrasi alat. Nilai yang ditunjukkan akan dicatat, kemudian data diuji dengan menggunakan analisis regresi linear.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (K_i - S_i)^2} \dots \dots \dots (1)$$

- n = Jumlah data
- K_i = Nilai keluaran kalibrator
- S_i = Nilai keluaran sensor

Perancangan Struktural

Proses perakitan alat pengontrol nilai EC, modul sensor dihubungkan ke mikrokontroler. Masing – masing kedua sensor akan memberikan informasi kepada mikrokontroler berupa tegangan sesuai dengan kriteria yang sudah ditetapkan. Setelah memperoleh informasi dari kedua sensor terutama sensor EC maka mikrokontroler akan memberikan perintah sesuai dengan program yang dibuat. Alat – alat yang menerima perintah adalah, aktuator, pompa, LCD.

Pembuatan Program

Pembuatan program pengontrolan nilai EC dilakukan setelah alat yang dirancang sudah selesai. Hasil pembacaan akan direkam oleh mikrokontroler ATmega328 (Arduino) kemudian akan ditampilkan pada layar LCD dan disimpan pada *Micro SD card*. Nilai dari hasil pembacaan EC akan dijadikan faktor utama untuk memberikan perintah terhadap *relay* agar pompa “ON” dan “OFF”. Jika sensor mendeteksi nilai EC < 1,2 mS/cm atau TDS < 800 ppm, maka mikrokontroler akan memberikan perintah untuk menghidupkan *relay* 1 yang akan memberikan daya kepada aktuator nutrisi AB mix untuk “ON” aktuator menyala selama lima detik, jika EC > 1,8 mS/cm atau TDS > 1260 ppm, maka mikrokontroler akan memberikan perintah menghidupkan *relay* 2 yang akan menyalurkan daya ke aktuator air untuk “ON” selama lima detik. Jika nilai EC sudah terdeteksi berada di antara 1,2 mS/cm dan 1,8 mS/cm atau TDS 800 ppm dan 1260 ppm, maka mikrokontroler akan memberikan perintah ke *relay* 1 dan 2 untuk mematikan daya terhadap aktuator air dan aktuator AB mix “OFF”.

Uji Kinerja Alat

Pengujian kinerja alat dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu pengujian keakurasian alat, rerata waktu pengendalian alat dan kestabilan aktuator. Pengujian kinerja alat dapat dihitung dengan menggunakan selisih nilai dari keakurasian dengan ketidakakurasian alat.

$$\text{Ketidakakurasian} = \frac{\bar{X}}{SP} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n (SP - NA)}{n} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- \bar{X} : nilai rata – rata
- SP : nilai *setting point*
- NA : nilai aktual yang ditampilkan
- N : jumlah data

$$\text{Keakurasian} = 100\% - \text{ketidakakurasian} (\%) \dots \dots \dots (4)$$

Rerata waktu pengendalian alat merupakan kemampuan alat pengontrol untuk mengendalikan nilai keluaran yang mengalami penurunan dan peningkatan nilai menjadi nilai *setting point* yang sudah ditentukan. Untuk mendapat rerata waktu pengendalian menggunakan rumus persamaan 5.

$$\text{RWP} = \frac{\text{WP1} + \text{WP2} + \text{WP3} + \text{WP4} \dots \dots \dots + \text{WPn}}{\text{JO}} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

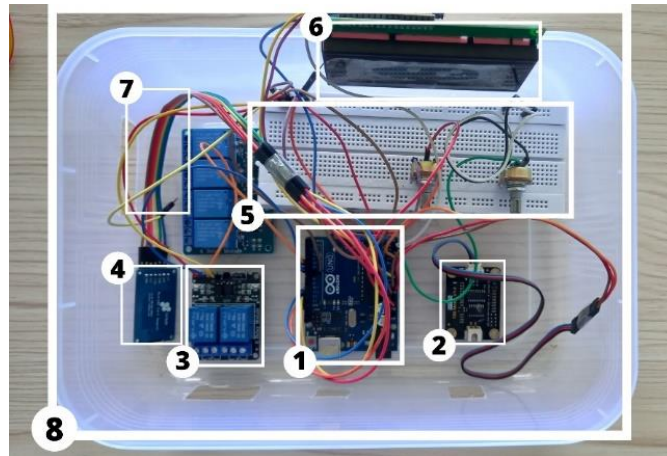
- RWP : rerata waktu pengendalian alat
- WP : waktu pengendalian alat
- JO : jumlah aktuator yang ON

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rangkaian Alat Pengontrol

Kerangka utama dari sistem pengontrol otomatis nilai EC adalah berupa gabungan dari beberapa kerangka yang terhubung dengan mikrokontroler ATmega 328 (Arduino uno).

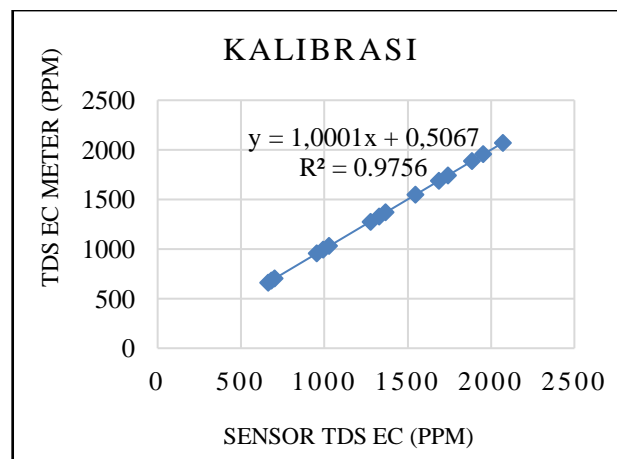
Masing – masing kerangka dihubungkan dengan menggunakan kabel *jumper* (*male, male female, male male*). Hasil perancangan sistem kontrol otomatis nilai EC (*Electrical Conductivity*) untuk tanaman bayam hidroponik seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian sistem pengontrol TDS EC

Kalibrasi Alat

Proses kalibrasi alat dengan sensor dilakukan dengan menyiapkan 5 *sample* AB mix untuk pengujian kalibrasi. *Sample* 1 sebesar 0.9 mS/cm (630 ppm), *sample* 2 sebesar 1.4 mS/cm (980 ppm), *sample* 3 sebesar 1.9 mS/cm (1330 ppm), *sample* 4 sebesar 2.4 mS/cm (1600 ppm), dan *sample* 5 sebesar 2.9 mS/cm (2030 ppm). Masing – masing dari kelima *sample* tersebut akan dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pengulangan.



Gambar 2. Grafik kalibrasi sensor dan alat ukur standar

Koefisien Determinasi (R^2) dan RMSE

Koefisien Determinasi (R^2) digunakan untuk menentukan besarnya kontribusi *Variable* bebas (X) terhadap *Variable* terikat (Y). Menurut Sugiyono (2007), bahwa nilai dari Koefisien Determinasi (R^2) mempunyai interval jarak antara 0 sampai dengan 1 ($0 \leq R^2 \leq 1$). Nilai Koefisien Determinasi (R^2) yang diperoleh sebesar 0,9756, artinya *Variable* bebas (X) memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi *Variable* terikat (Y).

RMSE digunakan untuk mengetahui nilai besaran *error* alat sensor terhadap kalibrator. RMSE yang diperoleh sebesar 0,798, dengan kata lain bahwa besaran nilai *error* antara TDS EC meter dengan sensor TDS EC sangat rendah, hal ini dapat dibuktikan dengan persyaratan

jika simpangan dari seluruh data semakin kecil maka nilai RMSE juga akan semakin kecil, oleh karena itu dapat dikatakan hasil prediksi semakin akurat (Saputra, 2016).

Keakurasian Alat

Pengujian keakurasian alat merupakan suatu aspek yang menyatakan tingkat kebenaran dan ketepatan dari suatu kuantitas alat ukur terhadap nilai yang sebenarnya. Akurasi adalah sejauh mana nilai perhitungan dan kuantitas nilai atau standar yang benar. Untuk nilai – nilai yang ditampilkan dari alat ukur sensor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat keakurasian alat pengontrol TDS EC

No	Target EC	Nilai EC (mS/cm)	Akurasi (%)	No	Target EC	Nilai EC (mS/cm)	Akurasi (%)
1	1.2	1.22	98.46	16	1.45	1.47	98.45
2	1.2	1.17	97.68	17	1.45	1.51	95.95
3	1.2	1.18	98.10	18	1.45	1.56	92.81
4	1.2	1.21	98.95	19	1.45	1.57	92.11
5	1.2	1.21	98.79	20	1.45	1.65	88.03
6	1.2	1.20	99.69	21	1.8	1.57	87.00
7	1.2	1.23	97.52	22	1.8	1.67	92.70
8	1.2	1.32	90.99	23	1.8	1.61	89.20
9	1.2	1.38	87.10	24	1.8	1.67	93.02
10	1.2	1.39	86.63	25	1.8	1.66	92.02
11	1.45	1.56	92.88	26	1.8	1.58	87.50
12	1.45	1.53	94.90	27	1.8	1.60	89.03
13	1.45	1.54	93.90	28	1.8	1.82	98.75
14	1.45	1.44	99.29	29	1.8	1.76	97.74
15	1.45	1.49	97.15	30	1.8	1.78	99.14
Rata - rata akurasi							95.47

Nilai akurasi paling rendah diperoleh sebesar 87 % dan yang paling tinggi sebesar 99,14 %. Perhitungan keseluruhan nilai total rata – rata keakurasian sistem pengontrol sebesar 95,47 %. Artinya perbandingan nilai yang keluar dari alat pengontrol nutrisi tanaman dengan *setting point* yang sudah ditentukan tidak terlalu jauh berbeda.

Rerata Waktu Pengendalian

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, rerata pengendalian alat diperoleh jumlah data yang diperoleh sebanyak 147 baris data dalam pengujian 10 menit. Aktuator yang menyala (ON) berjumlah 26 kali, aktuator air ON sebanyak 14 kali dan aktuator nutrisi AB mix sebanyak 12 kali. Sedangkan aktuator yang mati (OFF) berjumlah 204 kali termasuk gabungan dari aktuator air dan AB mix. Nilai RWP yang diperoleh dalam perhitungan di *Microsoft Excel* dengan menggunakan rumus persamaan ke 3.5 pada metodologi penelitian, diperoleh total waktu pengendalian sebesar 104,991 detik (1,74985 menit), aktuator air ON dalam 49,767 detik dan aktuator nutrisi ON dalam 55,224 detik. Sedangkan rerata waktu pengendalian (RWP) diperoleh nilai sebesar 4,038 detik (0,0673 menit).

Hasil Pertumbuhan Bayam

Pengukuran pertumbuhan tanaman bayam dengan metode pengontrolan otomatis nilai EC (*electrical conductivity*) dilakukan pada minggu ke-1 setelah tanam sampai minggu ke-3

setelah tanam. Pengukuran tanaman bayam dilakukan dengan melihat dari perubahan tinggi tanaman, panjang akar tanaman, lebar daun, panjang daun dan jumlah daun bayam yang masing-masing pengamatan pertumbuhan dilakukan pada hari senin, rabu, dan sabtu selama proses pertumbuhan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan pertumbuhan bayam

Minggu Setelah Tanam (MST)	Suhu Rata - Rata (C)	Kelembaban Rata - rata (%)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Jumlah Daun (Hl)	Panjang Akar (cm)
1	27,9	99,9	5,5	4	4	3	8,9
	30,1	99,9	6	4,5	4,2	4	9,3
	28,1	99,9	7	4,75	4,5	5	10
2	27,7	99,9	11	6	5,5	6	11,5
	28,8	99,9	14	8,5	7,8	8	14,5
	35,5	90,9	16,5	9	8	10	16
3	30,9	99,9	22	9,2	8,5	11	16,5
	29,9	99,9	27	10	9,75	12	18

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perubahan pertumbuhan tanaman bayam dari 1 – 3 Minggu Setelah Tanam (MST) mengalami peningkatan. Rata-rata peningkatan tinggi bayam 1 MST sebesar 1,83 cm, 2 MST sebesar 2,917 cm dan 3 MST sebesar 5 cm. Rata – rata peningkatan panjang daun sebesar 0,67 cm, 1,067 cm dan 0,8 cm. Rata – rata peningkatan lebar daun sebesar 0,5 cm, 1 cm dan 1,25 cm. Rata – rata penambahan jumlah daun 1 helai, 2 helai dan 1 helai. Rata – rata peningkatan panjang akar sebesar 0,87 cm, 1,67 cm dan 1,5 cm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem pengontrol otomatis nilai EC (*Electrical conductivity*) telah dirancang dengan hasil kinerja alat berfungsi dengan baik dan optimal dengan keakurasian alat aktuator sebesar 95,47%, rerata waktu pengendalian (RWP) aktuator sebesar 4,038 detik (0,0673 menit), dan stabilitas alat bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, M. 2020. Sistem Kontrol Otomatis dan Monitoring EC Berbasis IoT untuk Pemberian Pupuk pada Tanaman Selada Hidroponik. Tesis. Teknik Pertanian. Universitas Jember.
- Agustina, L. 2004. Dasar – Dasar Nutrisi Tanaman. Rineka Cipta, Jakarta.
- Ahyadi, Z. 2018. Belajar Antarmuka Arduino Secara Cepat dari Contoh. Deepublish, Yogyakarta.
- Aprillia, S. dan D.E. Myori. Pengontrolan Electro Conductivity pada Larutan Nutrisi Hidroponik Berbasis Arduino. Jurnal Teknik Elektro Indonesia. 1 : 261-265.
- Dharmawan, H.A. 2017. Mikrokontroler Konsep Dasar dan Praktis. UB Press, Malang.
- Oktariawan, I., Martinus dan Sugiyanto. 2013. Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. Jurnal FEMA. 1 : 18-24.
- Sesanti, R.N., dan Sismanto. 2016. Pertumbuhan dan Hasil Pakchoi (*Brassica rappa L*) pada Dua Sistem Hidroponik dan Empat jenis Nutrisi. Jurnal Kelitbangan. 4: 1 – 9.