

PENERAPAN SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGATURAN CERDAS UNTUK UNSUR HARA PADA SISTEM HIDROPONIK NFT

Application of Smart Monitoring and Regulatory Systems for Nutrients in the NFT Hydroponic System

Purnawarman Musa^{1*}, Adinda Nurul Huda M²

¹ Staf Pengajar Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424. Email : p_musa@staff.gunadarma.ac.id

² Staf Pengajar Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424. Email : adinda_nurul@staff.gunadarma.ac.id

*) Penulis korespondensi

Diterima Juli 2018; Disetujui Oktober 2018

ABSTRAK

Sistem pintar adalah penerapan sistem yang mencerminkan metode pemrosesan otak manusia. Sistem cerdas secara otomatis terkomputerisasi yang bertujuan membantu pekerjaan yang dirancang oleh manusia untuk pemantauan terus menerus dengan akurasi tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan sistem pintar yang memantau nutrisi dalam sistem hidroponik. Hidroponik adalah metode penanaman tanaman dengan menggunakan air sebagai pengganti media tanah yang membutuhkan perawatan dan pemeliharaan tanaman untuk tumbuh dengan baik. Hidroponik membutuhkan sejumlah nutrisi. Masalah menjadi nutrisi, selain dikonsumsi oleh tanaman yang ditemukan dalam sistem hidroponik, karena kandungan tingkat nutrisi berkurang, nutrisi mengalami pengurangan kandungan nutrisi yang disebabkan oleh perubahan suhu dan kelembaban dalam larutan nutrisi dalam wadah penyimpanan larutan nutrisi. Penelitian ini dicoba sistem cerdas untuk memantau kadar nutrisi dalam sistem hidroponik menggunakan sensor nutrisi, suhu, dan kelembaban. Pemantauan nutrisi memerlukan metode analitik dalam mengukur tingkat nutrisi untuk menentukan daya hantar listrik (DHL) pada sistem hidroponik. Berdasarkan hasil DHL yang diperoleh, jika hasil pengukuran berada di bawah batas yang ditentukan, sistem akan meningkatkan larutan nutrisi. Sedangkan jika itu di atas batas nilai DHL, sistem akan menambah air. Penentuan batas akan memberikan efek pertumbuhan tanaman hidroponik yang baik dan stabil serta konsentrasi tingkat nutrisi dan suhu terhadap perubahan yang efektif dan efisien.

Kata kunci: Konduktivitas Listrik, Kontrol Cerdas, Media Hidroponik, Nutrisi.

ABSTRACT

Smart Systems are an application system which mirrors the method of processing human brains. They are automatically computerized; the purpose of helping a work designed by humans requires monitoring continuous with high accuracy. The purpose of the research is to implement a smart system monitored nutrients in hydroponic systems. Hydroponics is a planting method by using water as a substitute for soil media which requires caring and maintenance of plants to grow properly. Hydroponics requires a number of nutrients. Problems into nutrition, aside from being consumed by plants found in hydroponic systems, as the content of nutrient levels to reduce, nutrients experience a reduction in nutrient content caused by changes in temperature and humidity in nutrient solutions in nutrient solution storage containers. This study is tried a smart system to monitor nutrient levels in hydroponic systems using nutrient sensors, temperature, and humidity. Nutrition monitoring requires an analytical method in measuring nutrient levels to determine Electrical Conductivity (EC) in hydroponic plants. Based on the EC results obtained, if measured below the specified limit, it will increase the nutrient solution. Whereas if it is above the EC value limit, it will add water. Determination of the boundary will give the effect of the growth of hydroponic plants which are good and stable and the concentration of nutrient levels, and temperature on changes effectively and efficiently.

Keywords : *Electrical Conductivity, Smart Control, Hydroponic media, Nutrients.*

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi semakin pesat, sehingga mempengaruhi berbagai aktivitas kehidupan. Hal ini ditandai dengan teknologi sistem sensor yang dapat membaca atau mengambil, memantau, mengelola dan mengendalikan data. Sistem sensor ini sering disebut system tertanam, dimana perangkat lunak maupun perangkat keras yang dihasilkan dari berbagai disiplin ilmu yang saling berkolaborasi. Salah satu contoh dari penerapan beberapa disiplin ilmu tersebut adalah robotika, otomatisasi industri, dan otomatisasi rumah, yang memanfaatkan

sensor dalam kehidupan sehari-hari (Utama, Isa & Indragunawan, 2009).

Pembangunan yang semakin pesat menyebabkan semakin sempitnya lahan untuk mengelola sumber daya alam pertanian yang merupakan salah satu sektor penunjang ketersediaan pangan penting bagi kelangsungan kehidupan masyarakat Indonesia. Upaya ekstensifikasi lahan pertanian sebagai solusi peningkatan ketahanan pangan masih menemui banyak kendala. Salah satu kendala yang sering ditemui adalah kurangnya lahan untuk bercocok tanam di perkotaan. Hidroponik muncul sebagai salah satu solusi akan sempitnya

lahan pertanian. Hidroponik adalah pembudidayaan tanaman tanpa menggunakan tanah di mana teknik ini memanfaatkan pertumbuhan akar tanaman di dalam larutan nutrisi dengan kandungan nutrisi sesuai dengan kebutuhan mineral tanaman tersebut. Bercocok tanam di dalam rumah tanaman mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan bercocok tanam di lahan terbuka (Herwibowo dan Budiana, 2015). Kelebihan tersebut antara lain 1) penggunaan pestisida yang lebih sedikit karena tanaman lebih terlindungi dari serangan hama, 2) Penggunaan rumah tanaman (*green house*) dapat memungkinkan pengaturan pasokan air lebih efisien dan teratur sesuai dengan kebutuhannya (Roidah, 2014).

Salah satu permasalahan dalam budidaya secara hidroponik adalah perubahan konsentrasi dari larutan nutrisi yang berubah seiring dengan penyerapan nutrisi oleh tanaman. Dari hasil penelitian Wasonowati (2011), pada tanaman selada, diketahui bahwa suhu pada larutan nutrisi akan dipengaruhi oleh konduktivitas listrik atau *electrical conductivity*(EC) dan dengan menjaga suhu larutan nutrisi tetap dingin, maka akan memberikan hasil massa yang lebih besar dan

persentase air yang lebih tinggi pada tanaman.

Pengendalian jumlah nutrisi secara otomatis dapat dilakukan. Model arsitektur yang diusulkan oleh Smolen, Kowalska dan Sady (2014) dengan IoT (*Internet of Things*) akan melakukan proses pemantauan dan pengendalian pada saat pemberian nutrisi dalam sistem hidroponik menggunakan Cloud SaaS (*Software as a Service*) dengan menerapkan metode publish dan subscriber, menggunakan MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) protokol. Pada pengujian ini dibutuhkan waktu rata-rata sistem hidroponik mendapatkan respon kendali adalah selama 7.21 detik secara Sistem Cloud (*online*). Sedangkan apabila sistem hidroponik mengalami *offline*, maka diperlukan waktu untuk mendeklarasikan keadaan pemantauan dan pengendali sistem hidroponik adalah 21.55 detik. Pengujian ini menegaskan bahwa penerapan pengendali untuk sistem hidroponik dengan memanfaatkan sistem Cloud IoT (*broker*) memperoleh dampak pada tingkat *Quality of Service* (QoS) terhadap penggunaan sumber daya CPU.

Penelitian ini dapat menghasilkan tanaman yang menggunakan sistem pengaturan nutrisi yang tepat akan menghasilkan produksi berdasarkan jumlah daun banyak serta segar, panjang akar lebat dan tinggi tanaman. Penelitian yang mengatur, menjaga dan mempertahankan nutrisi secara langsung dan berkala menjadi penting (Vaillant *et al.*, 2003). Metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC) sebagai sistem kendali otomatis mengatur pH nutrisi menggunakan sistem Arduino, alat sensor Analog pH Meter Kit sebagai pembaca kelembaban, dan aktuator (*solenoid valve*) sebagai keran yang dapat mengalirkan nutrisi menuju media tanam. Dengan menerapkan 25 aturan untuk mengimplementasikan fungsi *Fuzzy Logic Controller*, maka didapat rise time sebesar 1200 ms dan untuk menaikkan pH nutrisi dilakukan pada time settling waktu ke 5530 milisecond. Sedangkan untuk menurunkan pH, respon sistem menunjukkan rise time pada waktu 2000 milisecond dan time settling pada waktu 3000ms. Penelitian ini dapat menjaga pH hingga 5.5%, dimana hasil produksi tanaman selada mencapai tinggi 20 cm serta menghasilkan jumlah daun sebanyak 7 helai dalam waktu 54 hari.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menekankan terhadap perancangan suatu system kendali cerdas dengan cara menambahkan unsur hara sehingga kondisi konsentrasi larutan nutrisi sesuai pada media tanam hidroponik secara otomatis membantu manusia dalam mengidentifikasi nilai nutrisi yang terkandung di dalam larutan air pada system hidroponik. Pengujian dengan menerapkan sistem cerdas pada sistem hidroponik yang bertujuan untuk memantau kandungan nutrisi berdasarkan satuan *part per million* (ppm) yang terdapat pada larutan nutrisi.

BAHAN DAN METODE

Metode pengukuran dan pemantauan dengan memanfaatkan sensor EC meter dan sensor temperatur digital secara real time dan kontinuitas.

a. Sensor Suhu (*Temperature Sensors*)

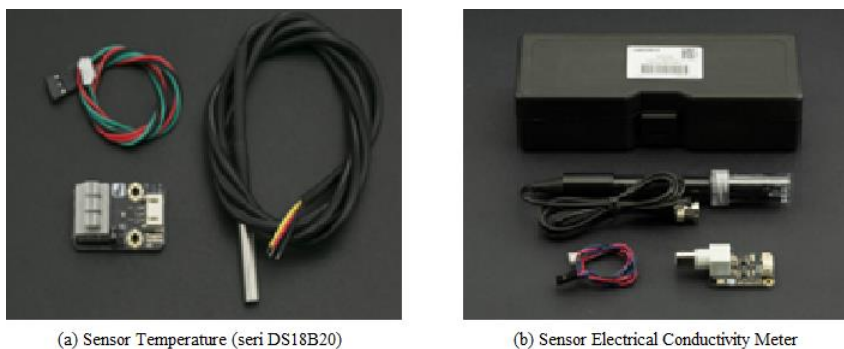
Sensor suhu atau *temperature* berfungsi mengukur besaran panas menjadi besaran listrik sehingga sensor tersebut dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada objek tertentu (Gambar 1a). Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energy panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu objek sehingga memungkinkan kita

untuk mengetahui atau mendeteksi perubahan-perubahan suhu tersebut. Sensor DS18B20 merupakan sensor digital yang memiliki 12-bit ADC internal (per bit adalah 0.0012 Volt), sehingga hasil yang sangat presisi dengan tingkat akurasi ± 0.5 °C berdasarkan perubahan suhu dengan rentang suhu -10°C sampai $+85^{\circ}\text{C}$. Selain itu dalam kejadian komunikasi hubungan dengan mikrokontroler menggunakan antarmuka komunikasi 1-wire (one wire).

b. Sensor daya hantar listrik (*Electrical Conductivity Sensors*)

Pengukuran *Electrical Conductivity* yang dilakukan menggunakan sensor EC meter V 1.0 yang dapat mengukur nilai suatu larutan dalam menghantarkan listrik. Konduktivitas akan menunjukkan konsentrasi ion dalam larutan. Dalam sensor tersebut terdapat dua jenis konduktivitas elektroda, pertama

elektroda mengkilap dan kedua elektroda platinum hitam, dimana dua buah probe celupkan ke dalam larutan nutrisi yang akan menghasilkan besar konduktivitas larutan tersebut, kemudian dikalikan dengan faktor konversi berdasarkan nilai kualitas air TDS (*Total Dissolve Solid*) atau PPM. TDS merupakan ukuran zat terlarut (baik organik maupun non-organik) pada sebuah larutan. Gambar 1b merupakan sensor *Electrical Conductivity* berfungsi sebagai pengukur kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Konduktansi dipengaruhi oleh temperatur, dimana konduktansi menurun disebabkan oleh kenaikan temperatur, namun dalam sebuah semikonduktor, konduktansi akan semakin besar dengan makin tingginya temperatur. Dimana Konduktansi (G) merupakan kebalikan (*invers*) dari resistensi (R). Sehingga persamaan matematisnya adalah : $G = \frac{1}{R}$



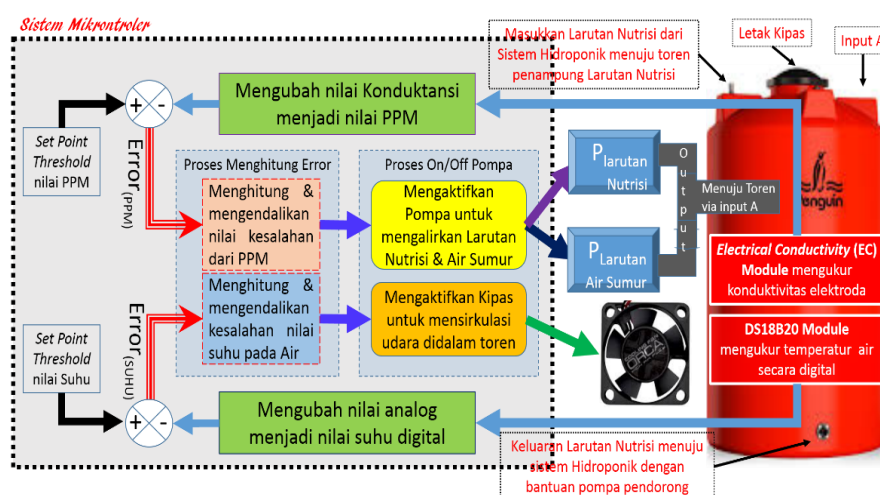
(a) Sensor Temperature (seri DS18B20)

(b) Sensor Electrical Conductivity Meter

Gambar 1. Komponen sensor yang digunakan untuk mengukur suhu, kelembaban dan konduktansi

Perancangan sistem untuk pemantauan dan pengaturan larutan nutrisi yang ditunjukkan pada Gambar 2, terdiri dari 2 (dua) buah sub-sistem yaitu sistem konsentrasi larutan nutrisi menggunakan sensor EC meter untuk membaca nilai konduktivitas elektroda yang nantinya akan didapat nilai besaran PPM. Sedangkan sistem konsentrasi suhu digital pada air menggunakan sensor DS18B20 untuk membaca

nilai suhu yang didapat. Kedua sensor tersebut merupakan subsistem yang telah menjadi masing-masing modul yang terintegrasi dalam satu sistem yang dapat dioperasikan pada sistem mikrokontroler. Komponen elektronika lainnya adalah sistem pompa (2 buah) untuk mengalirkan larutan nutrisi dan air sumur dan sistem kipas untuk mengatur suhu dalam toren.



Gambar 2. Arsitektur pemantauan dan pengairan larutan nutrisi secara sistem cerdas

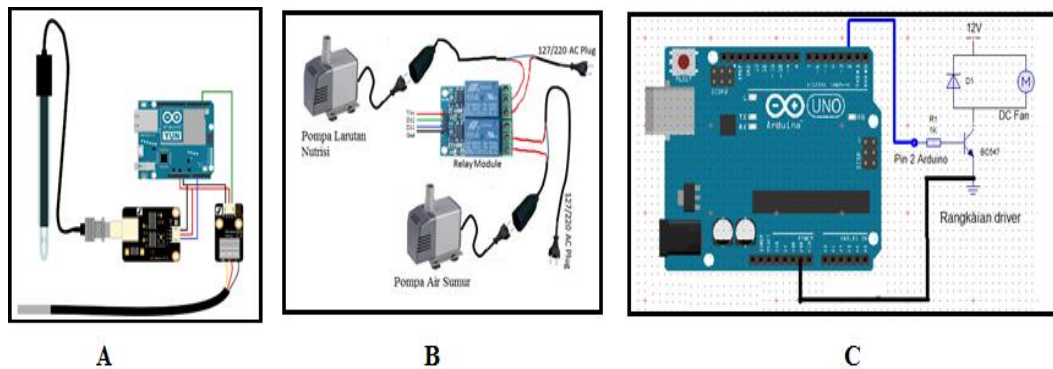
Penempatan sensor EC meter dan sensor DS18B20 diletakkan pada bagian dalam penampung larutan nutrisi serta harus terendam pada larutan nutrisi secara langsung. Sedangkan masing-masing modul sub-sistem diletakkan pada bagian luar panampung larutan nutrisi dan diusukan terhindari dari cairan tersebut. Pengimplentasi sistem cerdas untuk pemantauan dan pengaturan larutan nutrisi memerlukan sistem mikrokontroler berbasis Arduino dan komponen sistem hidroponik seperti 1 (satu) set sistem hidroponik (misalnya tipe NFT termasuk selang dan motor pendorong), dan toren sebagai penampung larutan nutrisi yang akan dialirkan ke sistem hidroponik atau menampung kembali larutan nutrisi yang telah dialirkan ke sistem hidroponik.

Perancangan Sistem Pemantauan dan Pengaturan Larutan Nutrisi

Pada penelitian ini, perancangan hardware dibagi 2 bagian terbagi antara hardware elektrik dan hardware sistem hidroponik tipe NFT. Sistem pemantauan dilakukan secara terus menerus, dimana pencatatan hasil pemantauan dapat dilakukan secara otomatis atau manual, namun tergantung dari kecepatan baca dan pengiriman data media penyimpanan.

Perancangan Sistem Elektronik

Untuk sistem elektronik menggunakan mikrokontroler sebagai pengolah dan kendali dan beberapa komponen aktuator yang dikendalikan secara otomatis seperti pompa dan kipas yang ditunjukkan pada Gambar .



Gambar 3. Perancangan sistem cerdas secara elektronika untuk pemantau dan pengatur laruran nutrisi

Pada rangkaian elektronik yang ditunjukkan oleh Gambar a, hubungan antara Sensor EC dengan sistem Arduino terdapat 3 buah pin yang akan dihubungkan melalui pin Analag A1 sebagai pembaca data konduktansi, kedua menyambungkan Vcc pada modul EC ketegangan 5V yang terdapat pada sistem arduino. Ketiga pin ground pada module EC dihubungkan ke ground mikrokontroler.

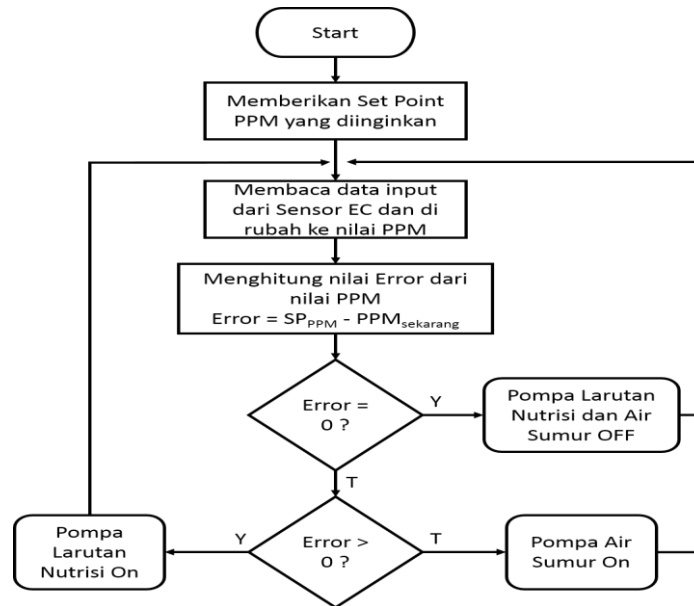
Penerapan sub system pertama menerapkan metode yang mempunyai sifat umpan balik dari hasil dari suatu kondisi yang terbaca pada larutan nutrisi melalui modul EC. Menggunakan persamaan 2 untuk mendapatkan selisih nilai error antara nilai PPM sesaat ini dengan nilai tertentu yang telah di tentukan, maka jika nilai error tidak memiliki selisih dengan kata lain mendapatkan nilai 0 (no1) kedua pompa tidak akan aktif. Namun jik anilai error mengalami selisih antara data EC yang terbaca dengan nilai yang ditentukan (*Set Point*) akan mengendalikan Pompa Larutan nutrisi akan aktif jika nilai error < 0 dan Pompa Air sumur akan aktif jika nilai error > 0.

$$Error_{PPM} = Set\ Point_{PPM} - PPM_{Sekarang}$$

Pada modulS uhu, juga dilakukan hal yang untuk menyambungkan Vcc ke tegangan 5v, sedangkan *ground* ke *ground* pada mikrokontroler. Untuk mendapatkan nilai suhu, maka diperlukan pembacaan data dari sensor yang terhubung dengan pin D2 pada mikrokontroler (lihat Gambar3.a).

Diagram alur untuk pemantauan dan pengaturan nutrisi dapat dilihat pada Gambar 4. Perancangan diagram alir pada Gambar menunjukkan sub system kedua sangat sederhana penerapannya. Proses dalam menentukan nilai tertentu sebagai set point terlebih dahulu, kemudian membaca nilai suhu di bagian dalam penampung larutan nutrisi. Berdasarkan persamaan 3, kipas akan mengalami kondisi OFF dari hasil selisih error ≥ 0 dan perlakukan sebaliknya kipas akan mengalami kondisi ON.

$$Error_{Suhu} = Set\ Point_{Suhu} - SUHU_{Sekarang}$$



Gambar 4. Diagram alur untuk Pemantau dan Pengatur Larutan nutrisi



Gambar 5. Diagram alur untuk pengatursuhu air

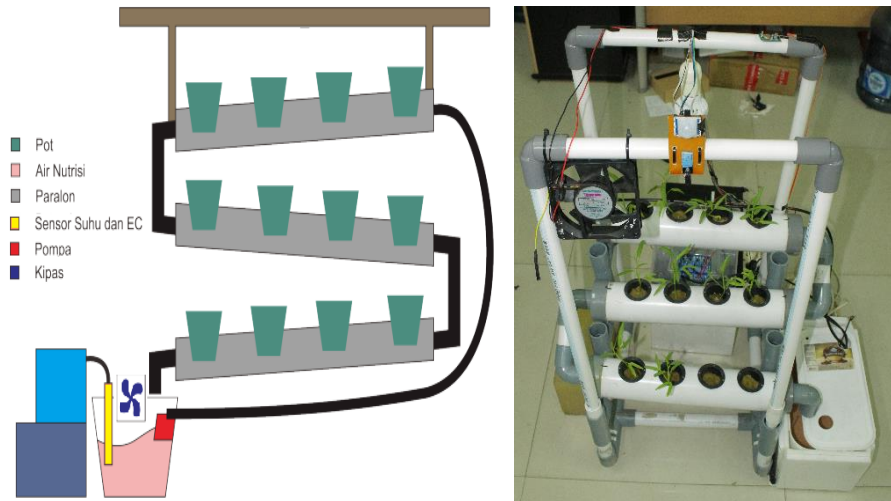
Perancangan Sistem Hidroponik tipe NFT

Sistem hidroponik yang akan digunakan melakukan penanaman adalah tipe NFT yang memiliki lubang peletakkan tanaman sebanyak total 12 pot. Bahan sistem hidroponik

untuk wadah tempat tanaman dan aliran larutan nutrisi menggunakan paralon jenis PVC yang telah diberi lubang-lubang. Selain itu, terdapat sebuah penampung larutan nutrisi dengan bahan plastik dan berbentuk kotak persegi panjang. Tanaman

yang digunakan adalah pakcoy. Berdasarkan informasi penentuan ppm, tanaman pakcoy membutuhkan nutrisi dalam satuan ppm berkisar

antara 1050 – 1400 ppm, dan terbaik pada 1250 ppm (Tripama & Yahya 2018).



Gambar 6. Perancangan desain gambar dan bentuk fisik dari system Hidoponik NFT

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pertama dengan melakukan pengukuran dan pencatatan secara otomatis nilai ppm yang didapat dari larutan nutrisi. Sedangkan Pengujian kedua dengan menerapkan pencatatan pengambilan data acak dan manual, namun sistem cerdas pengaturan diaktifkan secara terus-menerus. Pelaksanaan pengujian dilakukan di ruang terbuka.

Pengujian Pertama

Pada pengujian ini, dilakukan pada tanggal 7 Desember 2017 dari

pukul 5:24:35 AM sampai dengan pukul 5:36:53 AM WIB. Pengambilan data dilakukan secara otomatis oleh sistem dan dicatat setiap 1 detik hingga 4 detik tergantung kecepatan proses penyimpan pada media storage. Pengambilan data untuk pengujian ini sebanyak 23 data seperti yang di tampilkan pada Tabel 1.

Penempatan sensor EC meter dan sensor DS18B20 diletakkan pada bagian dalam penampung larutan nutrisi serta harus terendam pada larutan nutrisi secara langsung. Sedangkan masing-masing modul

sub-sistem diletakkan pada bagian luar panampung larutan nutrisi dan terhindari dari cairan tersebut. Pengimplentasi sistem cerdas untuk pemantauan dan pengaturan larutan nutrisi memerlukan sistem mikrokontroler berbasis Arduino dan komponen sistem hidroponik seperti

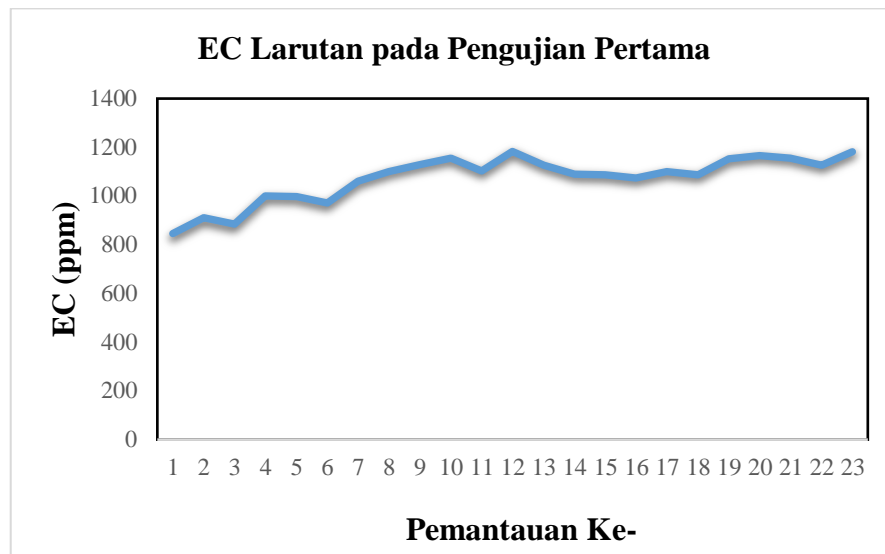
gambar 1 set sistem hidroponik (misalnya tipe NFT termasuk selang dan motor pendorong), dan toren sebagai penampung larutan nutrisi yang akan dialirkan ke sistem hidroponik atau menampung kembali larutan nutrisi yang telah dialirkan ke sistem hidroponik.

Tabel 1. Hasil pengujian pertama

No.	Tanggal	Waktu	Suhu	EC	PPM	Keterangan
1	12/07/2017	5:24:35 AM	38.75	1.69	845.79	NV
2	12/07/2017	5:25:09 AM	38.75	1.82	911.19	NV
3	12/07/2017	5:25:26 AM	38.75	1.77	883.93	NV
4	12/07/2017	5:25:42 AM	38.75	2.48	1000.48	NV
5	12/07/2017	5:25:59 AM	38.69	1.81	998.42	NV
6	12/07/2017	5:26:16 AM	38.69	1.82	972.06	NV
7	12/07/2017	5:31:01 AM	38.56	2.12	1061.45	1
8	12/07/2017	5:31:18 AM	38.69	2.11	1100.36	1
9	12/07/2017	5:31:51 AM	38.38	2.21	1130.29	1
10	12/07/2017	5:32:25 AM	38.56	2.31	1154.4	1
11	12/07/2017	5:32:25 AM	38.55	2.31	1103.51	1
12	12/07/2017	5:32:42 AM	38.55	2.37	1182.87	1
13	12/07/2017	5:32:58 AM	38.56	2.25	1127.06	1
14	12/07/2017	5:33:15 AM	38.56	2.18	1088.79	1
15	12/07/2017	5:33:32 AM	38.63	2.18	1087.75	1
16	12/07/2017	5:33:49 AM	38.69	2.15	1073.07	1
17	12/07/2017	5:34:05 AM	38.69	2.21	1100.36	1
18	12/07/2017	5:34:22 AM	38.69	2.17	1086.72	1
19	12/07/2017	5:34:56 AM	38.69	2.31	1153.31	1
20	12/07/2017	5:35:12 AM	38.69	2.33	1166.97	1
21	12/07/2017	5:35:29 AM	38.56	2.31	1154.4	1
22	12/07/2017	5:36:46 AM	38.63	2.25	1125.99	1
23	12/07/2017	5:36:53 AM	38.56	2.36	1181.74	1
Total Nilai PPM (Valid)						17
PersentasiUjiCoba						74%

Dari data yang didapatkan, terdapat kandungan nutrisi diawal pemantauan yang mengalami data yang tidak valid (*No valid*). Hasil unsur hara stabil sebanyak 17 dari 23 kali pada pengujian pertama. Dari

hasil pengujian pertama kestabilan unsur hara selama 12 menit pengujian mencapai 74%, dimana trend larutan nutrisi dapat dikatakan stabil seperti yang di perlihatkan pada Gambar.



Gambar7. Grafik dari hasil pengujian pertama

Pengujian Kedua

Pengujian kedua dilakukan pada lokasi yang sama dengan pengujian kedua pada tanggal 11 Desember 2017 dimulai pada pukul 8:48:09 AM hingga pada pukul 11:52:53 AM WIB. Pengambilan data pada pengujian kedua dilakukan dengan proses pencuplikan data secara manual. Proses manual berupa

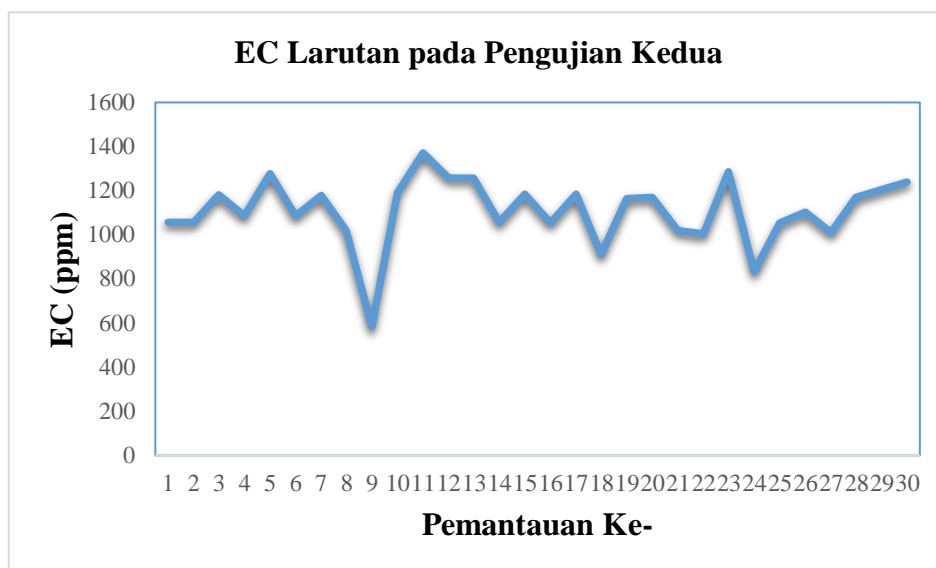
proses perintah secara acak berdasarkan waktu yang kejadian tidak ditentukan dalam kurun waktu tertentu. Proses ini hanya membuat pencatatan disesuaikan perintah, sedangkan sistem pemantauan dan pengaturan berfungsi secara otomatis. Pengujian ini mengambil jumlah data sample sebanyak 30 data selama kurang dari 3 jam yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kedua

No.	Tanggal	Waktu	Suhu	EC	PPM	Keterangan
1	12/11/2017	8:48:09 AM	24.69	1.51	1055.47	1
2	12/11/2017	8:51:24 AM	24.69	1.55	1057.89	1
3	12/11/2017	8:52:28 AM	24.63	1.71	1180.43	1
4	12/11/2017	8:52:44 AM	24.56	1.74	1085.24	1
5	12/11/2017	8:53:01 AM	24.63	1.87	1276.09	1
6	12/11/2017	8:53:17 AM	24.63	1.87	1085.24	1
7	12/11/2017	8:53:33 AM	24.63	1.73	1177.68	NV
8	12/11/2017	8:53:49 AM	24.63	1.63	1020.44	NV
9	12/11/2017	9:17:19 AM	24.44	0.79	584.41	1
10	12/11/2017	9:22:56 AM	24.31	1.03	1189.27	1
11	12/11/2017	9:51:24 AM	24.63	2.96	1371.59	1
12	12/11/2017	9:53:07 AM	24.69	1.51	1257.89	1
13	12/11/2017	9:54:37 AM	24.69	1.37	1257.89	1
14	12/11/2017	9:55:28 AM	24.75	1.24	1057.89	1
15	12/11/2017	9:56:20 AM	24.69	1.11	1185.05	1
16	12/11/2017	10:06:47 AM	24.63	1.21	1053.27	1
17	12/11/2017	10:06:57 AM	24.63	2.52	1185.05	1
18	12/11/2017	10:07:40 AM	24.63	2.99	910.69	NV
19	12/11/2017	10:09:47 AM	24.56	2.96	1163.37	1
20	12/11/2017	10:09:49 AM	24.06	1.67	1169.06	1
21	12/11/2017	10:10:51 AM	23.19	2.01	1018.81	NV
22	12/11/2017	10:31:57 AM	29.94	2.01	1004.71	NV
23	12/11/2017	10:34:06 AM	29.88	1.57	1285.53	1
24	12/11/2017	10:35:00 AM	29.88	1.67	833.04	NV
25	12/11/2017	11:06:01 AM	29.75	2.11	1054.93	1
26	12/11/2017	11:07:43 AM	29.81	2.21	1104.06	1
27	12/11/2017	11:26:45 AM	25.06	2.02	1010.97	NV
28	12/11/2017	11:29:33 AM	24.06	1.67	1169.06	1
29	12/11/2017	11:49:47 AM	24.38	2.41	1205.15	1
30	12/11/2017	11:52:53 AM	24.63	1.89	1241.02	1
Total Nilai PPM (Valid)						23
Persentasi Uji Coba						77%

Berdasarkan hasil uji yang didapat sesuai dengan range nilai ppm valid untuk tanaman Pakcoy sebanyak 23 dari 30 kali pengambilan data. Hasil menunjukkan kestabilan larutan nutrisi mencapai 77% selama 3 jam. Dari hasil grafik yang diperlihatkan pada Gambar 8, penulis berasumsi

bahwa hasil grafik yang tidak linear diakibatkan perubahan suhu dan dipengaruhi oleh tanaman sendiri dalam mengkonsumsi unsur hara saat matahari terbit. Sehingga unsur hara mengalami perubahan yang tidak linear.



Gambar 8. Grafik dari hasil pengujian kedua

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian baik pengujian secara teknis pada setiap rangkaian elektronika, pengujian sistem cerdas dalam mengendalikan pompa dan kipas, serta yang paling utama dalam penelitian ini sebagai usulan adalah pengujian secara sistem cerdas dalam memantau kandungan unsur hara pada sebuah penampung.

Pencapaian hasil dalam menjaga kestabilan unsur hara didapat dalam persentasi kisaran antara 70% hingga 80%. Dalam penelitian selanjutnya, penulis menyarankan untuk pengembangan pada terapan teknologi berbasis IoT sebagai pengimplementasian Revolusi Industri 4.0.

DAFTAR PUSTAKA

- Herwibowo K, N. Budiana. 2015. *Hidroponik Portabel*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Roidah IS. 2014. Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal Bonorowo* Vol. 1 (2): 43-50.
- Smolen S, I. Kowalska, W. Sady. 2014. Assessment of biofortification with iodine and selenium of lettuce cultivated in the NFT hydroponic system. *Scientia Horticulturae* 166: 9-16.
- Tripama, B, MR. Yahya. 2018. Respon Konsentrasi Nutrisi Hidroponik Terhadap Tiga Jenis Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agritrop* Vol 16(2): 237-249.
- Utama, HS, SM Isa, A. Indragunawan. 2009. Perancangan dan Implementasi Sistem Otomatisasi Pemeliharaan Tanaman Hidroponik. *TESLA Jurnal Teknik Elektro* Vol. 8(1): 1-4.
- Vaillant N., Monnet F., Sallanon H., Coudret A., Hitmi A. 2003. Treatment of domestic wastewater by an hydroponic NFT system. *Chemosphere* 50(1): 121-129.
- Wasonowati C. 2011. Meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*) dengan sistem budidaya hidroponik. *Agrovigor: Jurnal Agrovigor* Vol.4 (1): 21-28.