

# Pemantauan dan Pengendalian Kepekatan Larutan Nutrisi Hidroponik Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel

Helmy<sup>1</sup>, Aji Rahmawati<sup>2</sup>, Syahrul Ramadhan<sup>3</sup>, Thomas Agung Setyawan<sup>4</sup>, Arif Nursyahid<sup>5</sup>

**Abstract**—Nutrient Film Technique (NFT) is one of hydroponic plant cultivation models. Most of hydroponic farmers are using NFT model to raise the productivity of crops. NFT hydroponic farmers usually use more than one hydroponic table in order to fulfill market needs. Harvest failures can happen when farmers do not have sufficient information on monitoring and controlling the nutrition solution concentration. This can be overcome with the existence of monitoring and controlling system of nutrition solution concentration. This paper aims to build and examine system reliability using two NFT hydroponic tables based on wireless sensor network. Each table is installed with monitoring and controlling of nutrition solution concentration devices which transmit the data to server through wireless sensor network. The result shows that electrical conductivity meter which is used to read nutrition solution concentration has 3.92% of error rate. Node 2 has faster threshold data transmission than node 1, with 34.68 second of node 2 delay and 40.01 second of node 1 delay. Node 1 has better accuracy of nutrition solution concentration control for 96.12% than node 2 which has 92.79% nutrition solution concentration accuracy.

**Intisari**—*Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan salah satu tipe budidaya tanaman hidroponik. NFT banyak digunakan oleh petani hidroponik untuk meningkatkan produktivitas hasil panen. Petani hidroponik tipe NFT biasanya memakai lebih dari satu meja agar dapat memenuhi kebutuhan pasar. Gagal panen dapat dialami oleh petani karena kurang memahami cara pemantauan dan pengendalian kepekatan larutan nutrisi. Hal ini dapat diatasi dengan adanya sistem pemantauan dan pengendalian larutan nutrisi secara kontinu. Makalah ini bertujuan untuk membangun dan mengetahui keandalan sistem pemantauan dan pengendalian kepekatan larutan nutrisi yang menggunakan dua meja hidroponik tipe NFT berbasis jaringan sensor nirkabel. Pada masing-masing meja hidroponik tipe NFT dipasang alat untuk memantau dan mengendalikan kepekatan larutan nutrisi yang ditransmisikan ke server melalui jaringan sensor nirkabel. Hasil menunjukkan sensor *electrical conductivity meter* yang digunakan untuk membaca kepekatan larutan nutrisi memiliki persentase galat relatif sebesar 3,92%. *Node 2* memiliki transmisi data ambang lebih cepat daripada *node 1* dengan *delay* rata-rata *node 2* sebesar 34,68 detik sedangkan *delay* pada *node 1* sebesar 40,01 detik. Akurasi pengendalian kepekatan larutan nutrisi *node 1* sebesar 96,12%, lebih baik daripada *node 2* dengan akurasi sebesar 92,79%.

**Kata Kunci**— Hidroponik, jaringan sensor nirkabel, pemantauan, pengendalian.

<sup>1, 4, 5</sup> Dosen, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang 50275 (telp: 024 7473417, 7499585 fax: 024 7472396; e-mail: helmy@polines.ac.id)

<sup>2, 3</sup> Mahasiswa, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang 50275 (telp: 024 7473417, 7499585 fax: 024 7472396; e-mail: aji.rahmawati@gmail.com)

## I. PENDAHULUAN

Pertanian adalah salah satu sektor penting untuk menunjang kehidupan dan kesejahteraan masyarakat Indonesia. Namun, untuk saat ini lahan pertanian semakin berkurang akibat pembangunan industri, sehingga para petani harus memutar otak untuk menemukan alternatif lain yang dapat menggantikan lahan yang telah beralih fungsi. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menanggulangi hal tersebut adalah budidaya hidroponik. Budidaya hidroponik dianggap tepat untuk memanfaatkan lahan yang tersedia sebaik-baiknya. Media tanam sistem hidroponik adalah media selain tanah, seperti arang sekam, sekam, pasir, *zeolite*, *rockwool*, gambut, dan serbuk sabet kelapa [1].

Budidaya tanaman adalah suatu proses menghasilkan bahan pangan dan berbagai produk agroindustri lainnya dengan memanfaatkan sumber daya tumbuhan. Objek pada budidaya tanaman ini antara lain tanaman hortikultura, tanaman pangan, dan tanaman perkebunan [1].

Hidroponik merupakan sebuah istilah untuk menjelaskan tentang cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya. Media tanam yang dimaksud pada awal terbentuknya istilah ini adalah air. Pada perkembangan selanjutnya, media air diganti dengan media yang lebih praktis, efisien, dan lebih produktif. Beberapa tahun terakhir ini, lahan perkotaan sudah semakin berkurang untuk ditanami sayuran, sehingga hidroponik menjadi solusi bagi penduduk di perkotaan, karena tidak membutuhkan lahan yang luas untuk dilakukan pembudidayaan tanaman jenis ini. Hidroponik dapat diterapkan di dalam ruangan (*indoor*) maupun di luar ruangan (*outdoor*). Hidroponik yang berada di dalam ruangan kelembabannya akan menjadi lebih terkontrol, sehingga bakteri jarang muncul. Namun, pembuatan hidroponik di dalam ruangan membutuhkan biaya yang lebih mahal serta konsumsi daya listrik yang lebih banyak akibat penggunaan lampu. Dengan kesibukan orang perkotaan yang tidak dapat selalu memantau langsung kondisi tanaman di *greenhouse*, pemilik disulitkan dalam pemantauan kondisi tanaman hidroponik jika mengalami kondisi ketidaksesuaian pH, suhu, kelembaban, level ketinggian air, dan kepekatan nutrisi [2].

*Nutrient Film Technique* (NFT) termasuk cara baru bercocok tanam secara hidroponik. Pada sistem ini, sebagian akar tanaman terendam dalam air yang sudah mengandung nutrisi dan sebagian berada di atas permukaan air yang bersirkulasi selama 24 jam secara terus-menerus. Lapisan air ini sangat tipis, sekitar 3 mm, sehingga mirip film. Beragam tanaman dapat diusahakan dengan sistem ini. Salah satu kelebihan sistem ini adalah memungkinkan tanaman berproduksi sepanjang tahun [3].

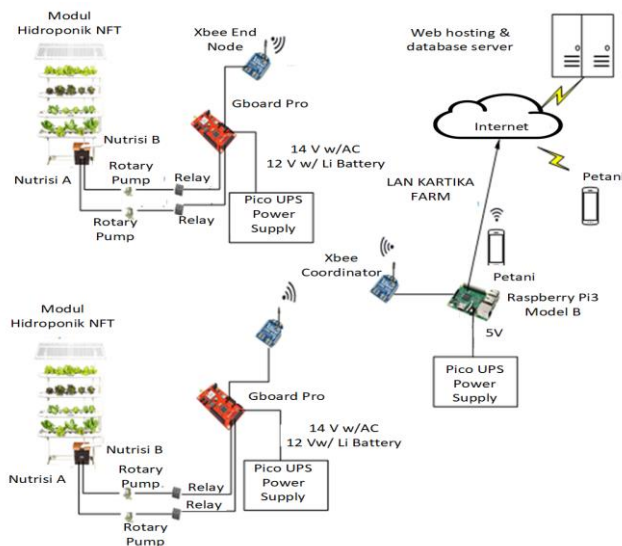
Pada topik ini, ditemukan beberapa jurnal serta penelitian yang terkait. Pada penelitian yang pertama, sistem masih menggunakan program yang diintegrasikan dengan sebuah mikrokontroler Atmega8535 sebagai pusat kendali [4]. Sistem kontrol tidak dapat dilakukan secara jarak jauh serta hasil pengukuran pH hanya ditampilkan pada layar LCD saja. Penetapan pH *down* dan pH *up* tidak dapat dikontrol dan dimonitor dari jarak jauh menggunakan koneksi internet.

Pada penelitian yang kedua, dilakukan pemantauan sistem kendali suhu, kelembaban, dan level air pada tanaman hidroponik [5]. Perlu ditambahkan sistem kendali pH maupun sistem kendali kepekatan nutrisi, karena suhu dan pH serta nutrisi sangat berkaitan untuk menunjang tumbuhnya tanaman hidroponik yang berkualitas baik. Sistem *Deep Flow Technique* (DFT) digunakan pada penelitian ini, tetapi hasil pertumbuhan tanaman hidroponik lebih lama dibandingkan menggunakan metode NFT, serta pemantauan hanya dapat dilakukan dari LCD.

## II. PERANCANGAN SISTEM

### A. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem diperlihatkan pada Gbr. 1. Sistem pemantauan dan pengendalian kepekatan larutan nutrisi menggunakan dua meja hidroponik tipe NFT. Pada setiap meja dipasang sensor untuk mengetahui level nutrisi.



Gbr. 1 Arsitektur sistem.

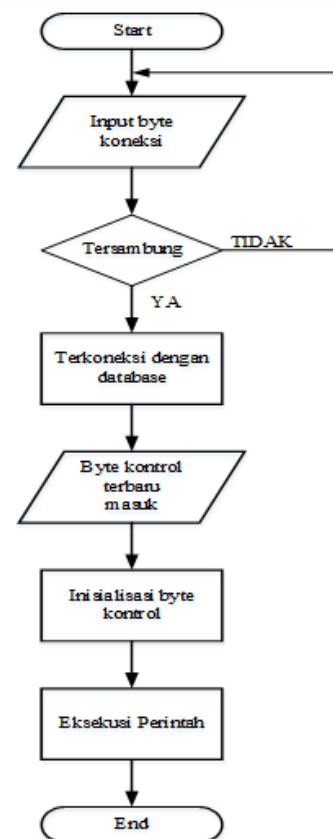
Masukan dari sistem menggunakan sensor, yaitu sensor EC meter yang digunakan untuk mendeteksi kepekatan nutrisi dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur tinggi larutan nutrisi. Data tersebut digunakan untuk mengetahui volume air saat ini. Kemudian, data dari sensor diolah oleh Gboard Pro. Selain masukan dari sensor, juga terdapat masukan dari pengguna berupa nilai ambang (*threshold*) yang merupakan ambang batas dari nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman hidroponik. Nilai ambang dimasukkan dari *controlling web interface*, kemudian dikirimkan ke Raspberry Pi 3 melalui jaringan *Local Area Network* (LAN) Kartika Farm. Perintah

tersebut diteruskan ke Xbee Coordinator untuk diteruskan pada kedua *node greenhouse* secara *broadcast*.

Keluaran dari sistem ini adalah pengguna dapat mengatur nilai nutrisi yang ideal untuk tanaman hidroponik. Sedangkan keluaran dari Gboard Pro adalah perintah ke *relay* untuk mengaktifkan dan mematikan pompa *rotary* 12 Volt DC yang telah terhubung ke tandon nutrisi sehingga cairan nutrisi dapat secara otomatis menetes ke dalam tandon air tanaman hidroponik sesuai dengan kebutuhan nutrisi tanaman hidroponik tersebut.

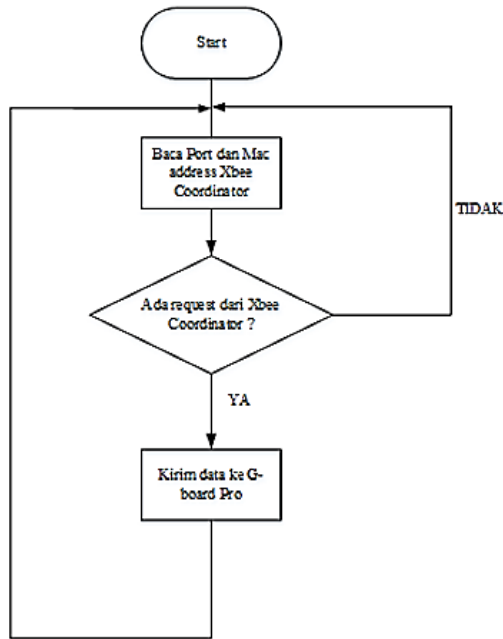
### B. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan sistem pengatur kepekatan nutrisi pada tanaman hidroponik tipe NFT di luar ruangan berbasis jaringan sensor nirkabel (*Wireless Sensor Network*, WSN), digunakan beberapa perangkat lunak untuk memasukkan program pada perangkat lunak yang digunakan. Perangkat lunak yang digunakan antara lain Arduino IDE untuk pemrograman Gboard Pro. Untuk pemrograman Raspberry Pi digunakan Python. Gbr. 2 adalah diagram alir sistem pengatur tanaman hidroponik pada Gboard Pro.



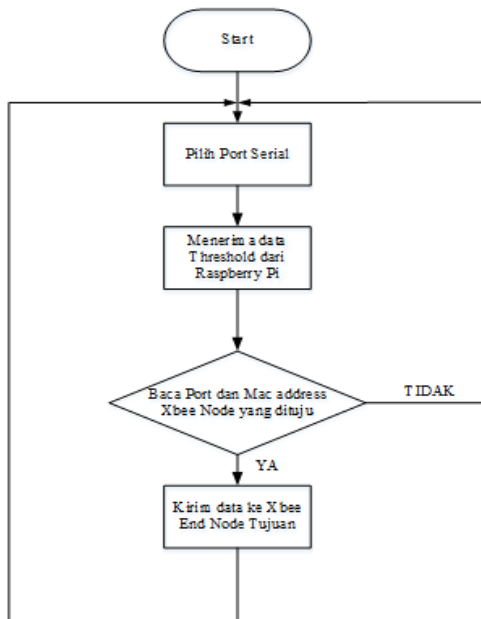
Gbr. 2 Diagram alir sistem pengatur kepekatan nutrisi tanaman hidroponik pada Gboard Pro.

Gbr. 3 menunjukkan diagram alir dari *end node* Xbee. *End node* berfungsi sebagai penerima data yang dikirimkan oleh *node coordinator*. Selanjutnya, data tersebut dikirimkan menuju Gboard Pro untuk diolah sebagai nilai acuan pada kedua keluaran parameter kepekatan nutrisi.



Gbr. 3 Diagram alir end node.

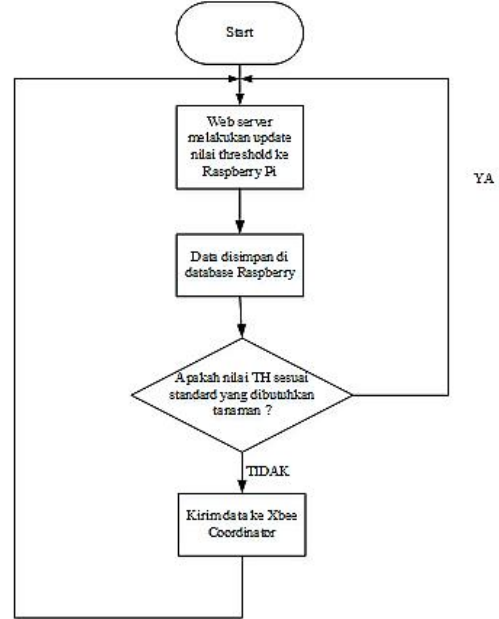
Gbr. 4 menunjukkan diagram alir dari *XBee coordinator*. *XBee coordinator* berfungsi sebagai pengirim data (Tx) terhadap kedua *Xbee node* (Rx) secara nirkabel, yang diletakkan pada masing-masing modul hidroponik. Data yang dikirim berupa data dalam bentuk nilai ambang dengan parameter kepekatan nutrisi.



Gbr. 4 Diagram alir coordinator.

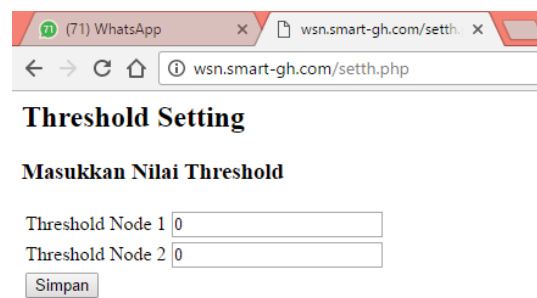
Gbr. 5 menunjukkan gambar diagram alir dari Raspberry pi. Data ambang dikirimkan oleh *web server* melalui jaringan LAN Kartika Farm, sehingga Raspberry Pi membaca nilai ambang dan menyimpan data di basis data. Apabila nilai ambang sudah sesuai dengan standar tanaman, maka data

hanya disimpan di basis data, tetapi apabila nilai ambang tidak sesuai dengan standar tanaman atau kurang dari nilai ambang, maka Raspberry Pi mengirimkan data ambang ke *Xbee coordinator* untuk diteruskan ke *XBee node* pada modul hidroponik yang dituju.



Gbr. 5 Diagram alir Raspberry Pi.

Pada proses pengaturan, Arduino bertugas mengirimkan pembacaan data terbaharui nilai dari *electrical conductivity* (EC) dan HC-SR04. Selain menerima data sensor, Arduino juga bertugas menerima dan mengolah data dari masukan set ambang dari *web user*. Data dari sensor kemudian dibandingkan dengan ambang yang masuk. Jika kondisi nutrisi tanaman tidak sesuai dengan ambang yang dimasukkan, maka Arduino bertugas untuk mengirim perintah ke *relay* untuk mengaktifkan pompa *rotary* 12 Volt DC. Gbr. 6 merupakan tampilan set ambang pada *web user*.



Gbr. 6 Desain tampilan set ambang pada *web user*.

C. Pengujian

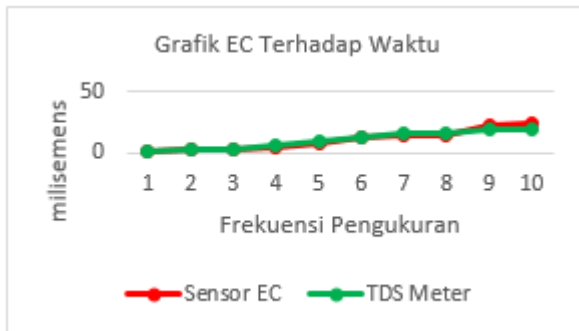
Pengujian sistem pengatur kepekatan nutrisi pada tanaman hidroponik tipe NFT di luar ruangan berbasis WSN dilakukan dengan tujuan untuk menguji kerja sistem telah berjalan dengan baik atau belum. Pengujian dilakukan pada program dan sistem pengatur berbasis WSN. Pengujian alat dilakukan pada beberapa bagian, antara lain kalibrasi data pengukuran

sensor, pengujian WSN, dan pengujian *delay* pengiriman perangkat pemantauan.

### III. PENGUJIAN DAN ANALISIS

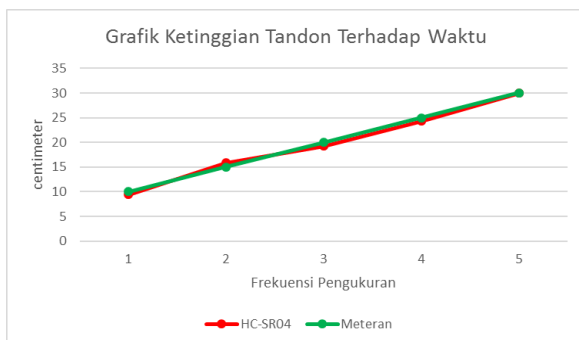
#### A. Pengujian Kalibrasi Sensor

Hasil pengujian kalibrasi sensor digunakan untuk mengetahui akurasi sensor yang digunakan. Proses kalibrasi dilakukan dengan menempatkan sensor dan alat ukur pada kondisi yang sama dalam beberapa waktu.



Gbr. 7 Grafik electrical conductivity terhadap waktu.

Pada Gbr. 7 ditunjukkan grafik perbandingan EC antara sensor *electrical conductivity meter* dengan alat ukur digital TDS meter. Pada pengujian yang telah dilakukan, sensor *electrical conductivity meter* memiliki akurasi dengan galat relatif persentase kesalahan sebesar 3,92%. Hal ini disebabkan sensor tersebut stabil ketika mulai membaca nilai EC sebesar 1,4 milisemens atau sekitar 700 ppm. Semakin besar nilai konduktivitas larutan, semakin besar galat yang terjadi pada sensor tersebut.



Gbr. 8 Grafik ketinggian tandon terhadap waktu.

Pada Gbr. 8 diperlihatkan grafik perbandingan ketinggian antara sensor HC-SR04 dengan meteran. Pada pengujian yang telah dilakukan, HC-SR04 memiliki akurasi dengan galat relatif pengukuran 0,26 cm. Untuk pengukuran suhu air, nilai akurasinya di dalam rentang aman sensor dan sesuai dengan *datasheet* HC-SR04 serta memiliki persentase kesalahan sebesar 1,47%. Hal ini disebabkan kecepatan respons terhadap perubahan level ketinggian air pada sensor.

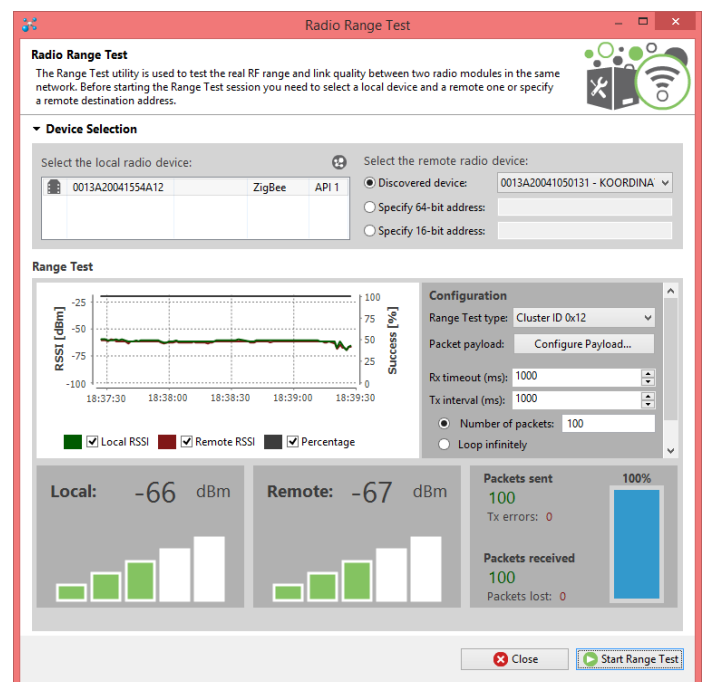
#### B. Pengujian Modul Komunikasi Nirkabel

Pengujian modul komunikasi nirkabel menggunakan modul komunikasi XBee sebagai *node* dan *coordinator* untuk

mengetahui kekuatan sinyal pada area masing-masing *node* diletakkan. Pada sistem ini digunakan topologi *star*, yaitu terdapat dua *node* yang terhubung pada satu *coordinator*. Hasil *range test* *node 1* dan *node 2* ditunjukkan pada Gbr. 9 dan Gbr. 10.



Gbr. 9 Hasil *range test* pada *node 1*.



Gbr. 10 Hasil *range test* pada *node 2*.

Pengujian *range test* menampilkan kekuatan sinyal pada dua area, yaitu *local* dan *remote*. Bagian *node* bersifat *local* area dan bagian *coordinator* bersifat *remote* area. Sinyal *node 1* di bagian *local* memiliki kekuatan sinyal sebesar -73 dBm sehingga persentase kekuatannya sebesar 74%, dan di bagian *remote* kekuatan sinyal sebesar -76 dBm sehingga

persentase kekuatan sinyal sebesar 68%. Sinyal *node* 2 di bagian *local* memiliki kekuatan sebesar -66 dBm sehingga persentase kekuatan sinyalnya sebesar 88%, dan di bagian *remote* kekuatan sinyal sebesar -67 dBm sehingga persentase kekuatan sinyal sebesar 86% .

TABEL I

WAKTU PENERIMAAN AMBANG DARI WEB USER KE GBOARD PRO NODE 1

No	Waktu Pengiriman	Waktu Penerimaan	Delay (detik)
1.	15:25:02 WIB	15:25:33 WIB	30,98
2.	15:39:31 WIB	15:39:53 WIB	22,31
3.	15:52:02 WIB	15:52:30 WIB	27,97
4.	16:04:03 WIB	16:04:18 WIB	14,63
5.	16:17:57 WIB	16:18:13 WIB	16,08
6.	16:36:09 WIB	16:38:46 WIB	155,65
7.	18:03:09 WIB	18:03:22 WIB	13,37
8.	18:26:09 WIB	18:26:48 WIB	39,10
Delay rata-rata			40,01

TABEL II

WAKTU PENERIMAAN AMBANG DARI WEB USER KE GBOARD PRO NODE 2

No	Waktu Pengiriman	Waktu Penerimaan	Delay (detik)
1.	12:41:21 WIB	12:42:41 WIB	80,00
2.	12:22:27 WIB	12:23:28 WIB	61,00
3.	12:49:34 WIB	12:49:54 WIB	20,14
4.	12:54:46 WIB	12:55:01 WIB	14,24
5.	13:01:34 WIB	13:01:46 WIB	12,15
6.	13:10:29 WIB	13:11:19 WIB	50,00
7.	13:17:33 WIB	13:17:44 WIB	12,65
8.	13:23:17 WIB	13:23:45 WIB	27,29
Delay rata-rata			34,68

### C. Pengujian Delay Pengiriman Ambang

Data ambang dikirim melalui LAN Kartika Farm menuju Gboard Pro kemudian dilakukan perintah pada Gboard Pro menuju pompa *rotary* 12 Volt DC melalui *relay*. Pada pengiriman ambang, pengguna memasukkan angka-angka yang merupakan ambang batas pada setiap parameter sensor. Lalu, ambang yang telah dimasukkan diperbarui dan dikirim ke Gboard Pro. Pengiriman ambang memerlukan selisih waktu dikarenakan konektivitas jaringan yang tidak menentu. Tabel I dan Tabel II menunjukkan hasil penerimaan data ambang pada masing-masing *node*.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, waktu penerimaan ambang yang dibutuhkan paling cepat pada *node* 1 yaitu 13,37 detik dan pada *node* 2 adalah 12,15 detik. Sedangkan waktu penerimaan ambang paling lama pada *node* 1 adalah 155,65 detik dan pada *node* 2 yaitu 80 detik. Rata-rata *delay* waktu yang diperlukan untuk pengiriman ambang pada *node* 1 adalah 40 detik, sedangkan rata-rata *delay* pada *node* 2 adalah 34,68 detik. Terjadinya *delay* dipengaruhi oleh konektivitas jaringan LAN Kartika Farm yang tidak menentu.

### D. Pengujian Sistem Kontrol

Pengujian perangkat kendali dilakukan dengan menjalankan sistem kendali, kemudian dilakukan pengukuran hasil kepekatan nutrisi dengan menggunakan TDS meter, untuk mengetahui dan memastikan perangkat kendali sudah berjalan

sesuai dengan fungsinya. Pengujian ini dilakukan untuk melihat persentase *error set* ambang dengan nilai akhir TDS. Pengujian dilakukan sebanyak delapan kali pada masing-masing *node*, dimulai dari memasukkan nilai ambang pada halaman *set* ambang dan melakukan pembacaan nilai TDS pada *web monitoring*. Tabel III dan Tabel IV menunjukkan hasil pengujian kontrol TDS pada masing – masing *node*.

TABEL III

HASIL PENGUJIAN PENGENDALIAN TDS PADA NODE 1

No.	Set Point TDS (ppm)	Hasil Pengendalian TDS (ppm)	Akurasi (%)
1.	1.065	1.100	96,82
2.	1.200	1.200	100,00
3.	1.300	1.400	92,86
4.	1.395	1.410	98,94
5.	1.490	1.600	93,13
6.	1.590	1.625	97,85
7.	1.725	1.915	90,08
8.	2.015	2.030	99,26
Rata-rata akurasi			96,12

TABEL IV

HASIL PENGUJIAN PENGENDALIAN TDS PADA NODE 2

No	Set Point TDS (ppm)	Hasil Pengendalian TDS (ppm)	Akurasi (%)
1.	775	775	100,00
2.	875	925	94,59
3.	1.025	1.045	98,09
4.	1.145	1.235	92,71
5.	1.335	1.350	98,89
6.	1.450	1.450	100,00
7.	1.550	1.625	95,38
8.	1.780	2.840	62,68
Rata-rata akurasi			92,79

Rata-rata akurasi pengendalian TDS pada *node* 1 adalah 96,12% dan rata-rata akurasi pengendalian TDS pada *node* 2 adalah 92,79%. Pada beberapa percobaan, pengendalian TDS masih belum stabil karena untuk pembacaan yang stabil diperlukan waktu agar larutan nutrisi dapat tercampur dengan baik.

## IV. KESIMPULAN

Pada pengujian yang telah dilakukan, sensor *electrical conductivity meter* memiliki akurasi dengan galat relatif persentase kesalahan sebesar 3,92%. Hal ini disebabkan sensor tersebut stabil ketika mulai membaca nilai EC sebesar 1,4 milisiemens atau sekitar 700 ppm. Semakin besar nilai konduktivitas larutan, akan semakin besar galat yang terjadi pada sensor tersebut.

Transmisi data ambang tercepat ada pada *node* 2 dengan *delay* rata-rata sebesar 34,68 detik, sedangkan *delay* rata-rata pada *node* 1 sebesar 40,01 detik. Perbedaan ini dikarenakan *node* 2 memiliki kuat sinyal -66 dBm terhadap *remote*, sedangkan *node* 1 memiliki kuat sinyal -73 dBm terhadap *remote*.

Pengendalian kepekatan larutan nutrisi memiliki rata-rata akurasi 96,12% untuk *node* 1 dan 92,79% untuk *node* 2.

Meskipun hasil akurasi rata-rata cukup bagus tetapi tidak stabil. Hal ini disebabkan untuk mencapai kestabilan pemantauan kepekatan larutan nutrisi diperlukan waktu yang cukup lama agar larutan dapat tercampur rata. Penggunaan beberapa metode lain pada penelitian selanjutnya dapat mengatasi permasalahan tersebut.

Kinerja alat pemantauan dan pengendalian dipengaruhi oleh suhu dan jarak antara *node* dengan *coordinator*. Semakin tinggi suhu, kinerja alat semakin menurun dan semakin jauh jarak dengan *coordinator*, *loss* dalam pengiriman data semakin banyak.

#### REFERENSI

- [1] S.D. Kreibig, F.H. Wilhelm, W.T. Roth, dan J.J. Gross, "Teknik Budidaya Tanaman," *Psychophysiology*, Vol. 44, No. 5, hal. 787–806, 2007.
- [2] S. Lee dan J. Lee, "Beneficial Bacteria and Fungi in Hydroponic Systems: Types and Characteristics of Hydroponic Food Production Methods," *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, Vol. 195, hal. 206–215, 2015.
- [3] K. Untung, "Pelebagaan Konsep Pengendalian Hama Terpadu di Indonesia," *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, Vol. 6, No. 1, hal. 1–8, 2000.
- [4] E.A.P. Sitanggang, E.R. Marpaung, F. Zahara, dan R. Ulfah, "Implementasi dan Pembuatan Sistem Pengukuran pH dan Debit Air pada Penanaman Tanaman Hidroponik Berbasis Mikrokontroler ATMega 8535," Laporan Tugas Akhir, Politeknik Negeri Medan, Medan, Indonesia, Agt. 2014.
- [5] I. Saputra, D. Triyanto, dan I. Ruslianto, "Sistem Kendali Suhu, Kelembaban, dan Level Air pada Pertanian Pola Hidroponik," *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, Vol. 03, No. 1, hal. 1–10, 2015.