

Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Secara Nirkabel pada Budidaya Tanaman Hidroponik

Budi Haryanto¹, Nanang Ismail², Eko Joni Pristianto³

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati
Jl. A.H. Nasution No. 105, Bandung 40164, Indonesia

³Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Sangkuriang, Komplek LIPI Gd. 20, Bandung 40135, Indonesia
ekojonip5@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas sistem monitoring suhu dan kelembapan secara nirkabel dengan Xbee berbasis mikrokontroler yang dilakukan di tempat budidaya tanaman hidroponik. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang dapat menyimpan program. Xbee berfungsi sebagai alat komunikasi nirkabel yang beroperasi pada frekuensi 2,4 Ghz dengan jarak jangkauan mencapai 1.500 meter. Pada perancangan ini terdapat dua *node*, yaitu *node* pengirim dan *node* penerima. *Node* pengirim terdiri dari modul Arduino sebagai pengendali yang dihubungkan dengan sensor DHT11 sebagai masukan dan Xbee sebagai pengirim. *Node* penerima terdiri dari Xbee penerima yang dihubungkan pada modul Arduino sebagai pengolah data dan LCD untuk menampilkan data. Pada penelitian ini didapat hasil perbandingan sensor DHT11 dengan alat ukur Thermo-Hygro yaitu rata-rata *error* suhu 0,75°C dan kelembapan 3%. Hasil pengujian empat unit sensor DHT11 di luar ruangan didapat nilai rata-rata suhu sebesar 28,94°C dan kelembapan sebesar 59,6% dengan jarak jangkauan Xbee mencapai 240 meter, sedangkan nilai rata-rata suhu dan kelembapan hasil pengujian di dalam ruangan yaitu 29,14°C dan 58,86% dengan jarak jangkauan Xbee mencapai 70 meter.

Kata Kunci: sistem monitoring, suhu dan kelembapan, mikrokontroler, sensor, *wireless*

Abstract

This research discusses the temperature and humidity monitoring system wirelessly with Xbee based on microcontroller. Microcontroller is a chip that serves as a controller of an electronic circuit that can store the programs in it. Xbee is a wireless communication device Zigbee part of the protocol that operates at a frequency of 2.4 GHz with a range of 1,500 meters. In this design, there are two nodes, namely the transmitter node and the receiver node. The transmitter node consists of Arduino module as a controller, which is connected with DHT 11 sensor as input, and Xbee as transmitter. Receiver node consists of a Xbee receiver connected to the Arduino as a data processor and LCD for displaying data. From the research results obtained DHT11 ratio sensor with the Thermo-Hygro which is the average error 0.75°C temperature and humidity of 3%. For the test results of four sensors outdoor DHT11 obtained average value 28,94°C temperature and humidity of 59.6% with a range Xbee reach 240 meters, while the average value of the temperature and humidity in the room test results are 29,14°C and 58.86% with a range Xbee reach 70 meters.

Keywords: monitoring system, temperature and humidity, microcontrollers, sensors, *wireless*

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan di bumi ini, suhu dan kelembapan merupakan faktor penting bagi manusia, hewan maupun tumbuhan. Suhu dan kelembapan udara juga menentukan makhluk hidup agar dapat beradaptasi dengan lingkungannya. Pengetahuan suhu dan kelembapan juga mempengaruhi kesuksesan manusia dalam bidang pertanian,

peternakan, dan lain sebagainya. Salah satu contoh yaitu dalam hal menanan tumbuhan dan membudidayakan hewan peliharaan agar mampu beradaptasi dengan lingkungannya. Pada saat ini hasil tanaman pangan di Indonesia masih sangat rendah jika dibandingkan dengan negara-negara maju seperti Jepang dan Amerika Serikat [1]. Perbedaan ini disebabkan oleh pemakaian teknologi tinggi dan pengelolaan yang baik. Peningkatan

produksi pangan selain dengan panca usaha tani juga dilakukan dengan pemanfaatan iklim. Dalam bidang pertanian, suhu dan kelembapan udara biasanya digunakan untuk meningkatkan produktifitas dan perkembangan tumbuhan budidaya. Dengan mengetahui suhu dan kelembapan udara yang ada di lingkungan tempat yang akan ditanam, maka akan dapat mudah menentukan jenis tanaman yang sesuai dengan lahan tersebut [1]. Agar mendapatkan hasil pertanian yang memiliki kualitas dan produktifitas yang tinggi serta hasil yang seragam, maka diperlukan adanya pengkondisian lingkungan sistem produksi agar tercipta lahan yang menunjang untuk pertumbuhan tanaman. Salah satu metode pencapaiannya yaitu dengan cara bercocok tanam secara hidroponik dan menggunakan *green house* sebagai tempat budidaya tanaman produksi [2].

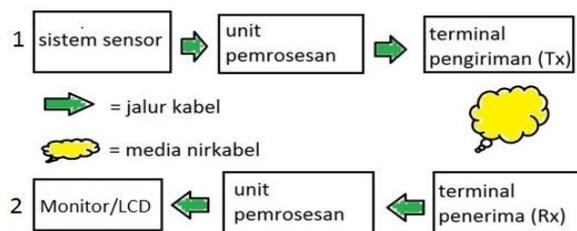
Green house atau rumah kaca adalah struktur berbentuk rumah kecil yang terbuat dari kaca, plastik atau bahan tembus kaca yang berfungsi untuk memanipulasi kondisi lingkungan agar tanaman di dalamnya berkembang optimal. Manipulasi kondisi lingkungan ini dilakukan untuk menghindari kondisi lingkungan yang tidak terhendaki seperti cuaca ekstrim dan hama dari luar. Melalui penggunaan sistem bercocok tanam secara hidroponik ini, maka lingkungan tanaman dapat dikondisikan sesuai dengan kebutuhan dimana tanaman dapat tumbuh dengan baik. Pada saat pengkondisian lahan tanaman ini maka perlu adanya pemantauan suatu parameter lingkungan yang berinteraksi langsung pada tanaman, salah satunya yaitu pemantauan suhu dan kelembapan pada lahan tersebut [2]. Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam pengkondisian lahan tersebut yaitu perlu adanya monitoring suhu dan kelembapan secara berkelanjutan selama budidaya tanaman. Hal ini sulit bagi petugas atau orang yang melakukan budidaya tanaman secara hidroponik untuk terus menerus melakukan pemantauan suhu dan kelembapan lahan secara langsung. Dari permasalahan tersebut maka perlu adanya sistem monitoring parameter suhu dan kelembapan yang memudahkan pengkondisian lahan tanaman. Berdasarkan uraian diatas, sistem mikrokontroler sangat cocok digunakan untuk implementasi pada sebuah perangkat lunak dan perangkat keras untuk melakukan tugas atau pekerjaan dalam meminimalkan penggunaan sumber daya. Pada sistem monitoring suhu dan kelembapan ini menggunakan sensor DHT11 sebagai masukan data dan digunakan untuk mengetahui keadaan lahan tanaman. Untuk lebih memudahkan pemantauan, maka dilakukan pengiriman data secara nirkabel (*wireless*). Komunikasi nirkabel merupakan

komunikasi yang efektif tanpa harus terganggu dengan jalur kabel yang panjang. Berbagai macam alat untuk melakukan komunikasi nirkabel yang sering digunakan diantaranya WiFi, Bluetooth, *infrared*, Xbee, dll. Pada penelitian ini komunikasi nirkabel yang digunakan yaitu Xbee. Xbee merupakan bagian dari protokol Zigbee yang menggunakan standar IEEE 802.15.4 dan beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz dengan jarak jangkauan mencapai 1.500 meter [3]. Oleh karena itu, sistem monitoring suhu dan kelembapan secara nirkabel dengan Xbee berbasis mikrokontroler mampu menjadi salah satu alternatif untuk memecahkan permasalahan yang telah dipaparkan di atas. Penggunaan utama mikrokontroler adalah mengontrol operasi sebuah mesin yang menggunakan program yang tetap yang disimpan dalam sebuah ROM dan tidak berubah sepanjang umur sistem tersebut [4].

Beberapa penelitian serupa terkait sistem monitoring suhu dan kelembapan secara nirkabel telah dilakukan. Sistem telemetri pengukuran suhu dan kelembapan berbasis Arduino Uno dan Xbee telah dirancang dengan perangkat penyimpanan SD Card yang mampu bekerja selama 432 hari [5]. Kemudian sistem serupa juga telah diterapkan pada jaringan sensor nirkabel dengan media penyimpanan basis data PHP [6]. Terakhir, sistem monitoring suhu dan kelembapan telah diterapkan untuk budidaya tanaman jamur berbasis mikrokontroler ATmega328 [7]. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini sistem monitoring suhu dan kelembapan dirancang secara nirkabel menggunakan modul Xbee pada budidaya tanaman hidroponik. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mempermudah proses pemantauan parameter suhu dan kelembapan, khususnya pada budidaya tanaman hidroponik.

II. PERANCANGAN SISTEM

Dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian perancangan, yaitu perancangan pada bagian *node* sensor dan perancangan pada bagian *node* koordinator. Kemudian perancangan juga dilakukan dalam bagian perangkat lunak. Skema perancangan sistem secara keseluruhan terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema perancangan sistem

A. Perancangan Node Sensor

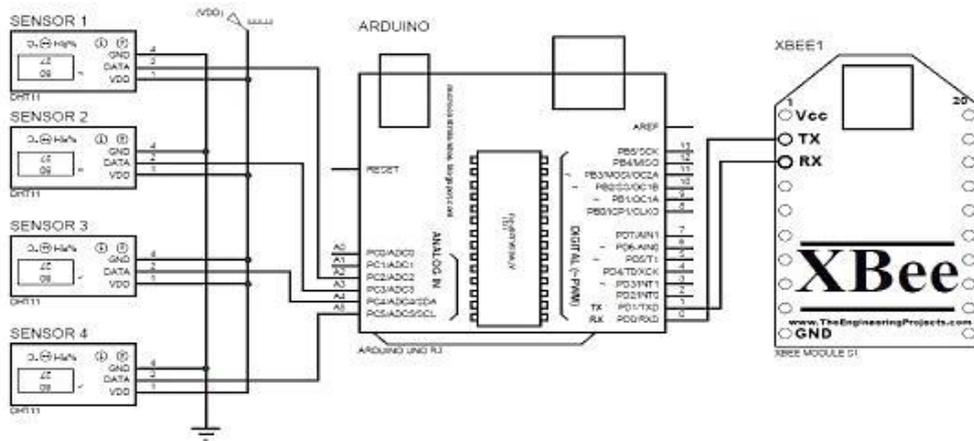
Perancangan *node* sensor meliputi perancangan empat sensor DHT11, modul Arduino Uno sebagai unit pemrosesan, dan Xbee sebagai terminal pengiriman beserta catu daya sehingga menjadi satu sistem sebagai *node* sensor. Perancangan *node* sensor dapat dilihat seperti pada Gambar 2.

B. Perancangan Node Koordinator

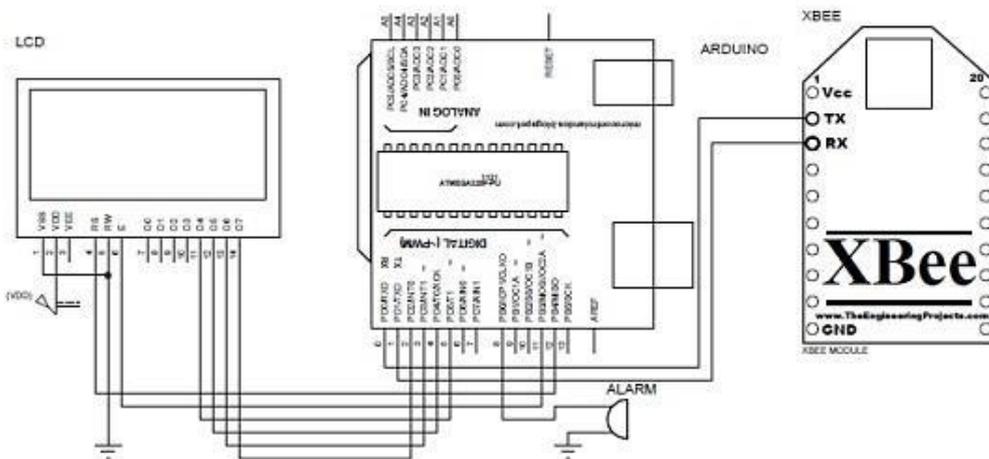
Perancangan *node* koordinator meliputi perancangan Xbee sebagai penerima, Arduino Uno sebagai unit pemrosesan, dan LCD untuk menampilkan data suhu dan kelembapan, serta terdapat *buzzer* aktif sebagai indikator yang menjadi satu dalam *node* koordinator. Perancangan *node* koordinator dapat dilihat seperti pada Gambar 3.

C. Perancangan Perangkat Lunak

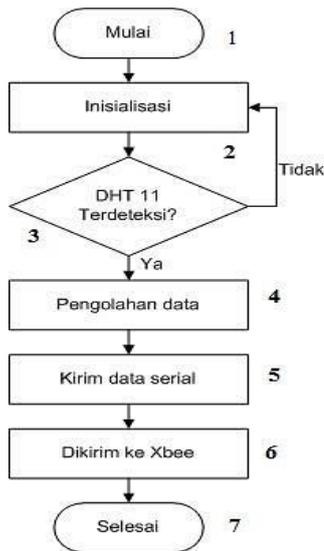
Pemrograman dilakukan untuk membaca, memproses, dan menampilkan data suhu dan kelembapan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Perangkat lunak ini merupakan perangkat pemrograman mikrokontroler jenis Atmel yang tersedia secara bebas dengan menggunakan bahasa C/C++. Untuk membuat rangkaian agar bisa bekerja, maka langkah selanjutnya adalah membuat program yang kemudian diunggah ke modul Arduino. Proses pemrograman terdiri dari dua langkah, yaitu pemrograman pengirim dan pemrograman penerima. Diagram alir pemrograman untuk pengirim dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan untuk bagian penerima dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 2. Perancangan *node* sensor



Gambar 3. Perancangan *node* koordinator



Gambar 4. Flowchart program pengirim

5. Data disampaikan Xbee pengirim secara serial
6. Pengiriman data oleh Xbee pengirim ke Xbee penerima
7. Selesai

Penjelasan dari diagram alir penerima adalah sebagai berikut:

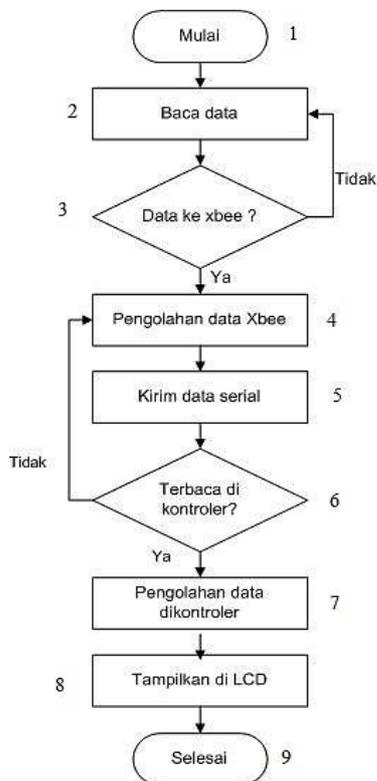
1. Mulai
2. Baca data yang diterima
3. Jika terbaca oleh Xbee penerima, maka lanjut ke pengolahan data di Xbee, sebaliknya jika tidak terbaca kembali ke proses pembacaan data
4. Proses pengolahan di data penerima
5. Kirim data ke mikrokontroler secara serial
6. Jika terbaca, maka data diolah kembali. Jika tidak terbaca, maka kembali ke pengolahan data di Xbee
7. Proses pengolahan data di mikrokontroler
8. Proses menampilkan data pada layar LCD
9. Selesai

III. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Tahapan pengujian terdiri dari tiga tahapan, yaitu pengujian *node* pengirim, pengujian *node* penerima, dan pengujian keseluruhan. Pengujian *node* pengirim meliputi pengujian respon sensor dan keakuratan *wireless* pengirim, sedangkan untuk pengujian *node* penerima meliputi pengujian keakuratan *wireless* penerima dan pengujian penampil nilai data suhu dan kelembapan. Untuk pengujian keseluruhan adalah gabungan dari pengujian antara pengirim dan penerima.

A. Pengujian Respon Sensor

Pengujian respon sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor DHT11 dengan alat ukur Thermo-Hygro digital. Pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan menggunakan satu sensor DHT11 dalam waktu tiga menit sekali selama 30 menit. Proses pengujian sensor DHT11 dapat dilihat pada Gambar 6, sedangkan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 5. Flowchart program penerima

Adapun penjelasan dari diagram alir pengirim adalah sebagai berikut:

1. Mulai
2. Inisialisasi adalah proses pengenalan data dan sensor sebagai masukan
3. Jika masukan terdeteksi di sensor DHT11, maka selanjutnya masuk ke proses pengolahan, sebaliknya jika data tidak terdeteksi kembali ke proses inisialisasi
4. Proses pengolahan data di mikrokontroler



Gambar 6. Pengujian sensor DHT11

Tabel 1. Hasil pengukuran suhu dan kelembapan

No.	DHT11		Thermo-Hygro		Error	
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
1	30	46	29,8	45	0,2	1
2	29	50	29,5	55	0,5	5
3	28	55	28,2	53	0,2	3
4	30	45	29	48	1	3
5	30	46	30,5	45	0,5	1
6	28	58	29,2	56	1,2	2
7	28	55	29,5	58	1,5	3
8	30	50	30	46	0	4
9	29	52	28	55	1	3
10	27	55	28,4	50	1,4	5
Rata-rata					0,75	3

Gambar 6 adalah proses pengujian sensor DHT11 dengan alat pembanding Thermo-Hygro digital. Pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan kondisi AC menyala. Pada pengujian tersebut didapat nilai rata-rata kesalahan suhu dan kelembapan dari DHT11 0,75°C dan 3%.

B. Pengujian Wireless Pengirim dan Penerima

Pengujian *wireless* adalah proses pengujian antara Xbee pengirim dan Xbee penerima. Pengujian ini dilakukan dengan menguji pengiriman data berupa tulisan pada layar virtual terminal yang terdapat pada *software* untuk mengkonfigurasi Xbee yaitu XCTU. Pengujian Xbee pengirim dilakukan di dalam ruangan dengan penghalang berat seperti tembok dan lain lain. Hasil pengujian jangkauan Xbee pengirim dan penerima terdapat pada Tabel 2. Dari data pengujian yang diperoleh, Xbee pengirim yang disimpan dalam ruangan dengan penghalang tembok dapat menghasilkan jarak jangkauan yang cukup jauh. Jarak jangkauan yang dihasilkan mencapai 80 meter tetapi pada jarak 90-100 meter data tidak dapat terkirim.

Tabel 2. Hasil pengujian jarak jangkauan Xbee

No.	Jarak (meter)	Status
1	10	Terkirim
2	20	Terkirim
3	30	Terkirim
4	40	Terkirim
5	50	Terkirim
6	60	Terkirim
7	70	Terkirim
8	80	Terkirim
9	90	Tidak Terkirim
10	100	Tidak Terkirim

C. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan adalah gabungan dari pengujian dua *node* yaitu pada *node* pertama sensor sebagai masukan yang dihubungkan pada mikrokontroler dan Xbee pengirim. *Node* kedua yaitu Xbee penerima yang dihubungkan pada mikrokontroler untuk mengolah data, kemudian data ditampilkan pada layar LCD. Pengujian keseluruhan dilakukan untuk mendapatkan data hasil pengujian alat sekaligus hasil yang baik apakah alat sudah sesuai dengan rancangan. Pada percobaan pertama, pengujian dilakukan dengan mengirim data dari pengirim ke penerima di luar ruangan tanpa penghalang. Cara pengujian dengan melakukan variasi jarak yang berbeda-beda dan tempat alat yang disimpan berbeda-beda. Pengujian alat dilakukan di tempat budidaya tanaman hidroponik di CV. Alam Pasundan pada tanggal 22 Oktober 2016 seperti dilihat pada Gambar 7. Hasil pengujian di luar ruangan tanpa penghalang disajikan pada Tabel 3. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh rata-rata suhu terukur adalah 28,94°C dan kelembapan 59,06% dari pukul 13.00 WIB sampai dengan pukul 14.30 WIB. Selain itu, data sensor dapat terkirim dari pengirim ke penerima hingga jarak 240 meter.

Pada percobaan kedua, dilakukan dengan merubah tempat pengirim dan penerima. Pada percobaan ini, pengirim diletakan di ruangan hidroponik, sedangkan untuk penerima diletakan pada ruangan berbeda dengan penghalang cukup berat seperti dinding. Hasil percobaan kedua ini dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata suhu terukur adalah 29,14°C dan kelembapan 58,86%. Kemudian dari hasil pengukuran didapat jarak jangkauan mencapai 70 meter.

Tabel 3. Hasil pengujian di luar ruangan (tanpa penghalang)

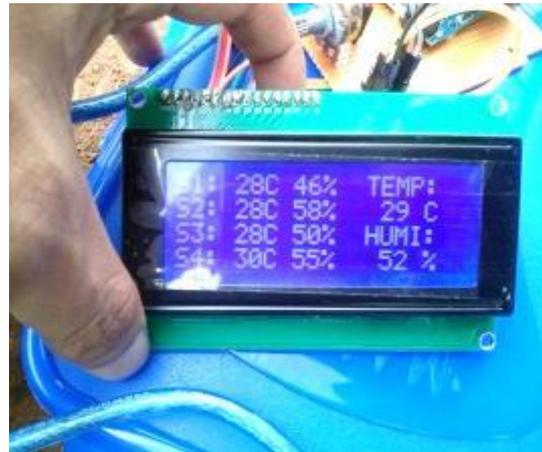
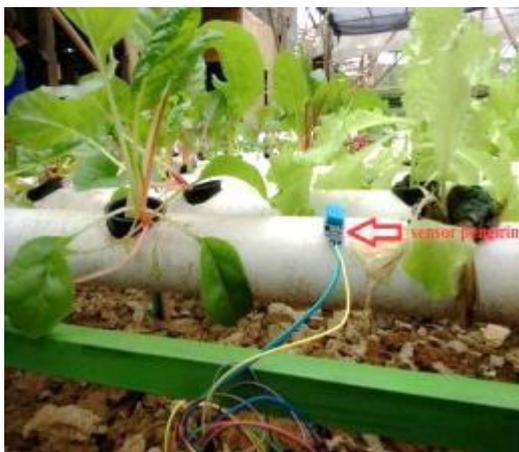
No.	Jarak (m)	Suhu (°C)					Kelembapan (%)					Ket.	Alarm
		S1	S2	S3	S4	R	S1	S2	S3	S4	R		
1	30	28	27	27	30	28	47	59	53	56	53,75	Terkirim	OFF
2	60	29	28	28	29	28,5	55	61	55	60	57,75	Terkirim	OFF
3	90	28	30	31	30	29,75	50	57	62	65	58,5	Terkirim	OFF
4	120	28	29	30	29	29	58	55	60	60	58,25	Terkirim	OFF
5	150	30	30	29	31	30	67	61	58	57	60,75	Terkirim	ON
6	180	31	30	28	29	29,5	65	59	58	58	60	Terkirim	OFF
7	210	28	30	28	29	28,75	65	60	60	60	61,25	Terkirim	OFF
8	240	28	29	27	28	28	65	60	61	63	62,25	Terkirim	OFF
9	270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tidak Terkirim	OFF
10	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tidak Terkirim	OFF
Rata-rata					28,94	Rata-rata					59,06		

S1-S4 : Sensor 1 sampai dengan sensor 4
 R : Rata-rata

Tabel 4. Hasil Pengujian di dalam ruangan (dengan penghalang)

No.	Jarak (m)	Suhu (°C)					Kelembapan (%)					Ket.	Alarm
		S1	S2	S3	S4	R	S1	S2	S3	S4	R		
1	10	28	28	28	30	28,5	46	58	50	55	52,25	Terkirim	OFF
2	20	30	31	29	31	30,25	55	61	57	62	58,75	Terkirim	ON
3	30	28	30	31	29	29,5	50	57	62	65	58,5	Terkirim	OFF
4	40	28	29	30	30	29,25	58	55	60	62	58,75	Terkirim	OFF
5	50	29	28	28	29	28,5	67	61	58	57	60,75	Terkirim	OFF
6	60	31	30	28	29	29,5	65	59	58	58	60	Terkirim	OFF
7	70	28	29	28	29	28,5	65	67	60	60	63	Terkirim	OFF
8	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tidak Terkirim	OFF
9	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tidak Terkirim	OFF
10	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tidak Terkirim	OFF
Rata-rata					29,14	Rata-rata					58,86		

S1-S4 : Sensor 1 sampai dengan sensor 4
 R : Rata-rata



Gambar 7. Pengujian di tempat budidaya hidroponik

IV. KESIMPULAN

Sistem monitoring suhu dan kelembapan secara nirkabel berbasis komunikasi Xbee telah berhasil dirancang dan diimplementasikan pada budidaya tanaman hidroponik. Sistem dirancang menggunakan sensor DHT11 sebagai masukan, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, Xbee sebagai pengirim dan penerima data secara nirkabel, dan perangkat penampil LCD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi suhu dan kelembapan dengan rata-rata kesalahan sebesar 0,75°C dan 3%. Selain itu, data dapat dikirim dan diterima secara nirkabel dengan jarak jangkauan di luar ruangan tanpa penghalang mencapai 240 meter, sedangkan jarak jangkauan di dalam ruangan dengan penghalang mencapai 70 meter.

REFERENSI

- [1] A. T. Wicaksono, "Faktor yang Mempengaruhi Mutu Panen", *Makalah Teknologi Budidaya Tanaman Perkebunan*, 2014.
- [2] Y. S. Defriyadi, "Pengendali Intensitas Cahaya, Suhu, dan Kelembaban Pada Rumah Kaca dengan Metode PID", Universitas Bengkulu, 2014.
- [3] R. H. S. S. Koko Joni, "Pengujian Protokol IEEE 802.15.4/Zigbee di Lingkungan Outdoor", Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2012.
- [4] S. S. Oktofani, "Sistem Pengendalian Suhu dan Kelembaban Berbasis Embedded System, Teknik Elektro", Universitas Brawijaya, Malang, 2013.
- [5] S. Heri, R. Pramana, and M. Mujahidin, "Perancangan Sistem Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 ATmega328P dan XBee Pro," *Skripsi. Fakultas Teknik*. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjung Pinang, 2013.
- [6] A. Lutfi and R. Sumiharto, "Implementasi jaringan sensor nirkabel berbasis XBee studi kasus pemantauan suhu dan kelembaban," *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, Vol. 2 No. 2, pp. 119-130, 2012.
- [7] J. Nugroho, "Sistem Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembaban pada Rumah Jamur Berbasis Mikrokontroler AT-Mega 328," *Skripsi Universitas Muhammadiyah Ponorogo*, 2014.

