

RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN *KONTROLING GREENHOUSE* UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIFITAS TANAMAN DENGAN IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS*

Achmad Wijaya

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
Achmad.wijaya48@gmail.com

ABSTRAK

Intelligent farming system selalu menarik untuk dilakukan, karena dibutuhkan oleh para petani didalam mengolah pertanian secara cerdas dan kreatif. Indonesia sebagai negara yang memiliki bidang pertanian sangat besar, hampir setiap penduduk Indonesia adalah sebagai petani padi, jagung, bunga terutama sayuran sangat diminati oleh masyarakat sebagai kebutuhan pokok sehari-hari. Dalam budidaya tanaman perlu perawatan khusus karena tanaman rentan terhadap penyakit sehingga pertumbuhan tanaman akan terhambat, salah satunya suhu dan kelembaban yang dapat mempengaruhi tanaman.

Masalah yang dihadapi petani tergantung dari cuaca alam sehingga hasil pertanian tidak memuaskan ketika cuaca yang kita harapkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Dengan perkembangan dunia elektronika dapat dimanfaatkan pembuatan model *greenhouse* dan IoT (*internet of things*). Alat ini dapat membantu petani untuk mengetahui atau memonitoring dan controlling suhu kelembaban dan cahaya *greenhouse* dari jarak jauh sehingga petani tidak perlu lansung ke lokasi pertanian apabila suhu melebihi kapasitas normal. Selain *greenhouse* membuat tanaman mampu berproduksi tanpa kenal musim, ternyata juga mampu menghindarkan dari serangan hama dan penyakit.

Dari hasil pengujian fungsional sistem dapat berjalan pada mikrokontroler Arduino dan berjalan dengan baik. Pengujian sensor DHT11 suhu eror setiap detik rata-rata 1,12, Sedangkan untuk sensor DHT11 kelembaban eror setiap detik rata-rata 1,75 dan sensor LDR eror setiap detik rata-rata 0,74. Pengujian Modul *wifi* dalam pengiriman data berjalan secara realtime dengan akurasi kurang dari 1 detik, dan pengujian *website monitoring* dan *kontrolling* pada 3 browser, yaitu Mozilla Firefox, Microsoft Edge dan Google Chrome sudah mampu menampilkan informasi pada setiap halaman dengan baik.

Kata kunci : *Arduino UNO, DHT11, Light Dependent Resistor, modul esp8266, greenhouse, internet of things.*

1. PENDAHULUAN

Intelligent Farming System selalu menarik untuk dilakukan, karena dibutuhkan oleh para petani didalam mengolah pertanian secara cerdas dan kreatif[1]. Indonesia adalah negara agraris dimana pertanian merupakan salah satu kegiatan yang sangat menunjang kehidupan masyarakat. Pada kehidupan saat ini pertanian banyak dilakukan oleh masyarakat kecil maupun masyarakat tingkat menengah. Namun masyarakat kecil yang masih berada didaerah – daerah terpencil masih terhambat oleh kurangnya pemanfaatan dan pengembangan teknologi yang memang saat ini membantu dalam mengelolah lahan pertanian maupun hasil-hasil pertanian.

Masalah yang dihadapi petani tergantung dari cuaca alam sehingga hasil pertanian tidak memuaskan ketika cuaca yang kita harapkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Pengelolaan pertanian perlu beradaptasi dengan adanya perubahan iklim tersebut. Pendekatan yang bersifat mengubah diperlukan untuk mengelola sumber daya alam di masa depan, seperti perubahan kebijakan, metode praktek, dan alat untuk megembangkan /

mempromosikan pertanian berbasis iklim dan lebih banyak menggunakan informasi ilmiah dalam menganalisa risiko dan kerentanan akibat perubahan iklim[2].

Oleh karena itu dengan perkembangan teknologi di era modern ini yang berkembang pesat sehingga teknologi sangatlah dibutuhkan peranannya dalam pertanian. Teknologi *Greenhouse* dan IoT (*Internet of Things*) yang mampu beradaptasi dan pendekatan yang bersifat mengubah serta merekayasa iklim untuk kebutuhan akan tanaman sekarang semakin dibutuhkan[3]. Dengan keterbatasan lahan yang tersedia akibat maraknya pembangunan perumahan maupun kawasan industri, perubahan cuaca pada kondisi tropis dan musim hujan maupun musim kemarau yang tidak bisa diprediksi merupakan suatu hal yang menyebabkan penggunaan teknologi *Greenhouse* menjadi jalan keluar dari masalah tersebut.

Pengembangan *Greenhouse* yang pada dasarnya menginginkan pemenuhan kebutuhan produk pertanian yang berkelanjutan tanpa kenal musim. Adanya *Greenhouse* yang mampu menciptakan iklim yang bisa membuat tanaman mampu berproduksi

tanpa kenal musim ini ternyata juga mampu menghindarkan dari serangan hama dan penyakit yang tidak diinginkan. Selain itu dengan adanya *Greenhouse* penyebaran hama dan penyakit dapat dicegah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait Penerapan Teknologi Pada Bidang Pertanian.

Penggunaan lahan yang semakin meningkat oleh manusia yang kebanyakan menggunakan sebagai tempat tinggal, tempat melakukan usaha, pemenuhan akses umum dan fasilitas lain yang mengakibatkan luas lahan yang semakin terbatas. Akibat penggunaan lahan yang tidak terkontrol nantinya akan mengganggu keseimbangan ekosistem[4]. Hal itu banyak disebabkan karena mempergunakan lahan yang tidak memperhatikan kemampuan lahan, daya dukung dan bentuk peruntukan lahan tersebut. Seiring dengan berjalannya waktu, lahan akan mengalami perubahan akibat makin meningkatnya kebutuhan manusia akan lahan. Kebutuhan akan lahan yang peruntukannya bukan untuk pertanian terus mengalami peningkatan seiring pertumbuhan dan perkembangan peradaban manusia, maka penguasaan dan penggunaan lahan mulai beralih fungsi.

Pertanian berbasis rumah kaca mempunyai beberapa keuntungan, yakni tanaman relatif terlindung dari hama dan penyakit dan kondisi lingkungan rumah kaca relatif lebih mudah dimonitor dan dikendalikan. Untuk memonitor dan mengendalikan kondisi tersebut, rumah kaca memerlukan perangkat yang terintegrasi agar dapat memberikan produk hasil yang optimal. Kebutuhan terhadap sistem monitor dan kontrol lingkungan ini yang menyebabkan bangunan rumah kaca tergolong bangunan yang mahal, sehingga menjadi kendala dalam mengimplementasikan rumah kaca ini untuk agribisnis horticultural .

2.2 Penelitian Terkait Penerapan Internet of Things Pada Bidang Pertanian.

Pembelajaran IoT yang menerapkan Arduino mulai menjadi perhatian di kalangan akademisi. Materi yang terkait dengan IoT adalah *Embedded System*, Web Programming dan *Mobile Computing*. Penelitian pada industri pertanian mengungguli beberapa industri lainnya. IoT di bidang pertanian atau juga di sebut smart farming sangat cocok di terapkan di bidang pertanian dengan tersedian sensor, remote imaging yang murah maka pertanian dengan skala besar yang menggunakan mesin alat berat tidak dibutuhkan lagi[5].

Produktifitas yang tinggi bisa dicapai dengan cara mendapatkan informasi cuaca, keadaan tanah, dan kebutuhan pasar terhadap tanaman tertentu. Begitu juga dengan pengurangan waste bisa diperoleh dengan cara ini. Semua informasi ini diterima melalui aplikasi yang terhubung dengan internet. Bidang

pertanian berpotensi besar mengadap kekuatan yang dimiliki *internet of things*

2.3 Internet of things

Internet of things adalah sebuah teknologi yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen[6] [7].

2.4 Embedded system

Embedded System adalah kombinasi antara *hardware* dan *software computer*, atau mungkin dengan tambahan organel mekanik atau elektronik, yang didesain untuk fungsi tertentu [8]. *Embedded System* berbeda dengan *computer* pada umumnya. *Embedded System* memiliki ukuran yang lebih kecil daripada komputer biasa. Hal ini dikarenakan *embedded system* sudah memiliki tujuan dan fungsi yang spesifik, sehingga perangkat elektronik yang ditanamkan pada *embedded system* tidak perlu terlalu banyak, berbeda dengan komputer yang pada umumnya memerlukan semua perangkat untuk *input*, proses, *output*, penyimpanan, dan komunikasi. Hal ini membuat *embedded system* menjadi sebuah teknologi yang unik dan sangat diminati oleh manusia pada zaman ini

2.5 Arduino UNO

Arduino Uno adalah board mikrokontroler yang di dalamnya terdapat mikrokontroler, penggunaan jenis mikrokontrolernya berbeda – beda tergantung spesifikasinya. Pada Arduino Uno digunakan mikrokontroler berbasis ATmega 328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset[9].

Arduino UNO memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega 328 ini menyediakan empat UART hardware untuk komunikasi serial. (LED) *Light-Emitting Diode* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui ATmega8U2 /ATmega16U2 koneksi Chip dan USB ke *computer*

2.6 Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino [10]. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu,

maka module merespon dan mengirimkan data terhadap pada arduino.

2.7 Modul Wifi Esp8266

ESP8266 adalah chip terintegrasi yang di rancang untuk kebutuhan terhubungnya dunia. Ia menawarkan solusi jaringan *wifi* yang lengkap dan mandiri, yang memungkinkan untuk menjadi *host* atau mentranfer semua fungsi jaringan *wifi* dan prosesor aplikasi lain[11]. ESP8266 memiliki kemampuan pengolahan dan penyimpanan *on-board* yang kuat, yang memungkinkan untuk diintegrasikan dengan sensor dan aplikasi perangkat khusus lain melalui GPIOs dengan pengembangan yang mudah *loading waktu* yang minimal. ESP8266 yang berkolaborasi dengan *Arduino UNO* digunakan untuk mengirim data suhu dari hasil pembacaan sensor DHT11, Data akan dikirim ke server. ESP8266 menggunakan ATcommand sebagai perintah-perintah dasarnya

2.8 PHP

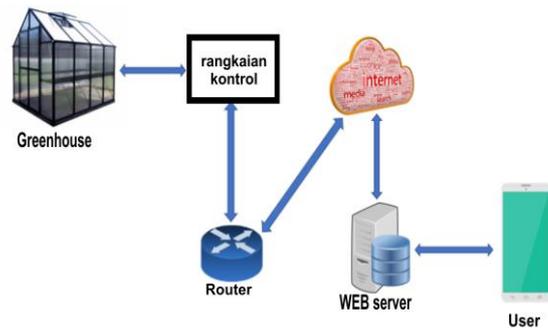
Bahasa PHP singkatan dari *Hypertext Preprocessor*. PHP sebenarnya merupakan suatu *script* yang bersifat *server-side* yang ditambahkan kedalam *file HTML*. *Script* ini akan membuat aplikasi dapat di integrasikan ke dalam HTML sehingga halaman *web* bias menjadi dinamis dan *interaktif*. Sifat *server-side* berarti pengerjaan *script* dilakukan di *server*, Kemudian hasilnya di kirimkan ke *browser*[12].

Bahasa pemrograman PHP digunakan untuk mengolah data-data sensor yang telah di kirimkan oleh perangkat monitoring dan kontroling *greenhouse*. Data yang telah di olah akan ditampilkan sebagai informasi kepada pengguna sistem .

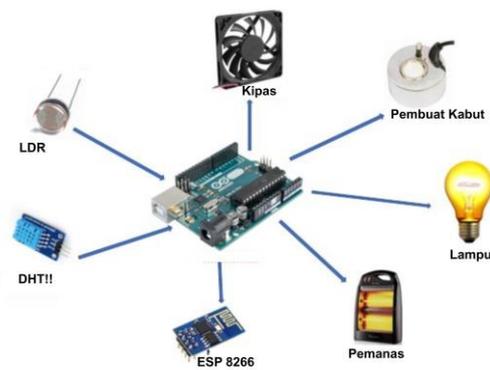
3. METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi Sistem dan Diagram Blok

Memonitoring dan kontoling *greenhouse* suatu sistem yang dibangun agar dapat membantu petani dalam memantau untuk meningkatkan produktifitas tanaman seperti Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem

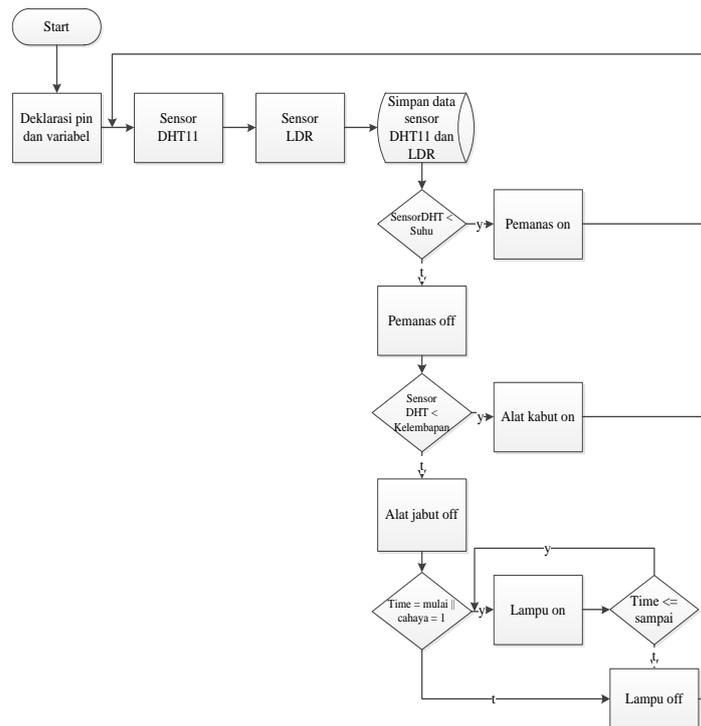


Gambar 2 Rangkaian Kontrol Greenhouse

Pada Gambar 2 menjelaskan sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino UNO, dimana Arduino UNO digunakan untuk mengontrol beberapa komponen yang digunakan seperti, sensor DHT11, LDR dan modul wifi ESP8266. Sistem ini bekerja dengan membaca suhu, kelembapan dan intensitas cahaya, data suhu, kelembapan dan intensitas cahaya yang didapatkan tersebut dikirimkan ke database, dengan cara Arduino request alamat pengiriman melalui perantara modul wifi untuk disimpan ke database kemudian di tampilkan pada website.

3.2 Flowchart sistem hardware

Flowchart sistem hardware menggambarkan alur kerja dari hardware pada sistem monitoring suhu, kelembapan dan intensitas cahaya pada *greenhouse* seperti Gambar 3.

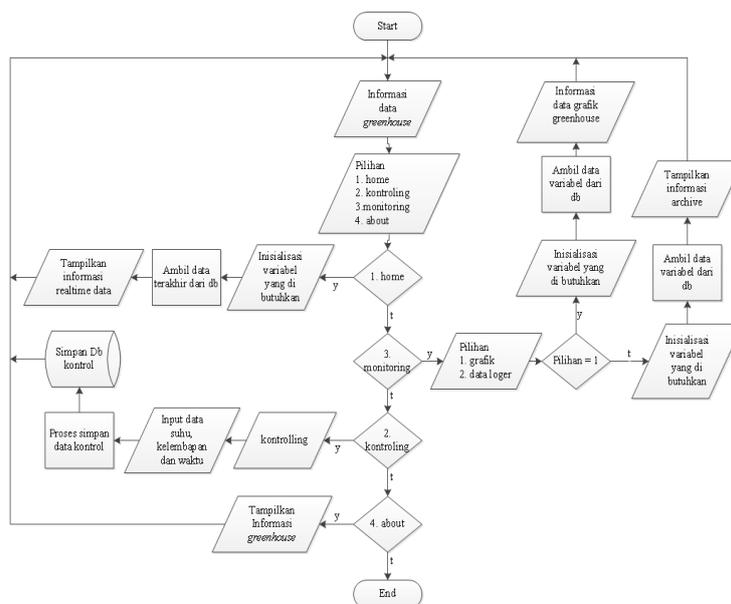


Gambar 3 Flowchart Hardware

Pada gambar 3 menjelaskan alur kerja hardware monitoring dan kontroling *greenhouse*, Sistem hardware ini dimulai dari inisialisas variable dan pin yang dibutuhkan, terdapat dua sensor yang digunakan. Kedua sensor tersebut akan dibaca secara bergantian oleh mikrokontroler.

3.3 Flowchart sistem Software

Flowchart sistem website menggambarkan alur kerja dari website pada sistem monitoring dan kontroling *greenhouse* seperti Gambar 4 .



Gambar 4 Flowchart Software

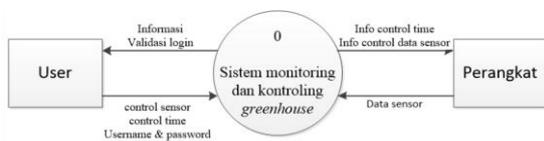
Pada Gambar 4 data dari perangkat monitoring akan di kirimkan ke server yang akan diolah menjadi informasi kemudian informasi akan di tampilkan didalam website yang sudah dibangun.

3.4 Data Flow Diagram

Data flow diagram pada sistem monitoring dan kontroling *greenhouse* ini menggunakan dua entitas yaitu user dan perangkat hardware. Berikut ini pada Gambar 5 merupakan gambar data flow diagram pada sistem monitoring energi listrik.

3.5 Data Flow Diagram Level 0

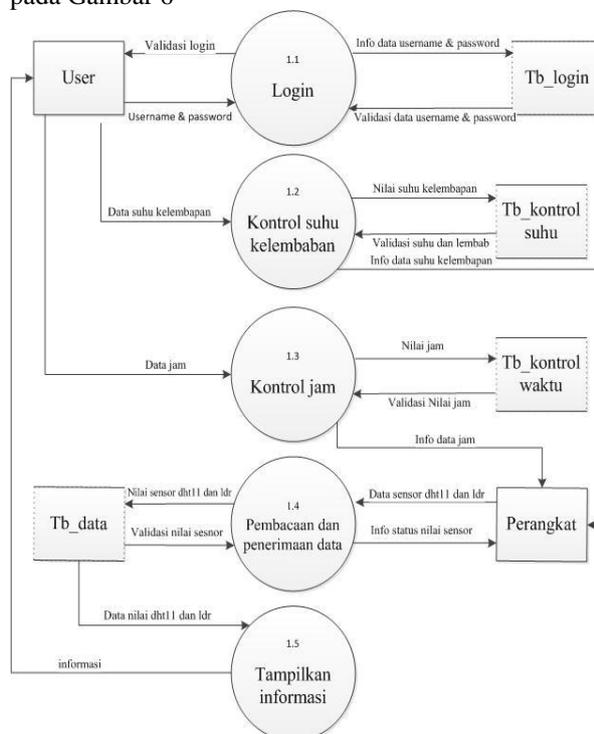
Data flow diagram level 0 sistem monitoring dan kontroling *greenhouse* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5 DFD Level 0

3.6 Data Flow Diagram Level 1

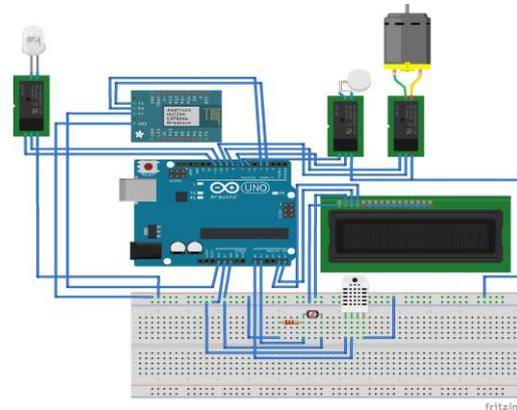
Data flow diagram level 1 sistem monitoring dan kontroling *greenhouse* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6



Gambar 6 DFD Level 1

3.7 Skema Rangkaian Alat

Skema rangkaian *greenhouse* dari model alat yang akan dibuat merupakan rangkaian alat keseluruhan seperti gambar 7.



Gambar 7 Skema Rangkaian Alat

Pada Gambar 7 Skema rangkaian alat secara keseluruhan dari sistem monitoring *greenhouse* terdiri dari arduino UNO sebagai mikrokontroler, sensor DHT11 dan LDR digunakan membaca suhu, kelembapan dan cahaya serta modul wifi ESP8266 sebagai perantara mengirim ke internet, agar alat bisa komunikasi jarak jauh sehingga implementasi IoT bisa di terapkan.

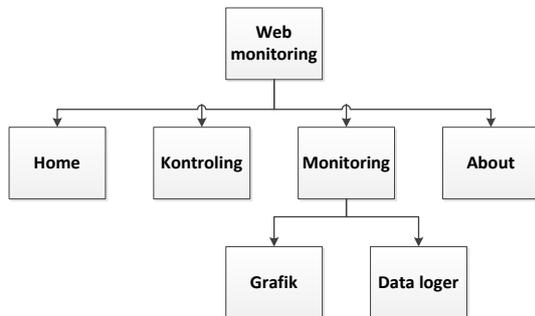
Alokasi penggunaan pin pada mikrokontroler Arduino UNO yang di gunakan seperti pada table 5.

Tabel 5 data alokasi pin Arduino

Arduino	Perangkat Lain
	Modul wifi ESP8266
Ground	Ground
+3.3V	VCC
D4	RX
D3	TX
	Sensor DHT11
+5V	VCC
A0	DATA
Ground	Ground
	Sensor LDR
+5V	VCC
A1	DATA
Ground	Ground
	Relay
+5V	VCC
D6	DATA
Ground	Ground
	Relay
+5V	VCC
D8	DATA
Ground	Ground
	Relay
+5V	VCC
D10	DATA
Ground	Ground

3.8 Struktur Menu Website

Website monitoring dan kontroling greenhouse akan di bangun menggunakan Bahasa pemrograman PHP serta menggunakan database *MySQL*. Struktur menu website yang susun seperti Gambar 8.



Gambar 8 Struktur Menu Website.

Keterangan :

Menu Home : Digunakan untuk menampilkan halaman utama dan menampilkan keadaan suhu.

Menu Kontroling : kontroling digunakan untuk mengontrol keadaan suhu dan kelembapan ruangan.

Menu Monitoring: Digunakan untuk menampilkan 2 menu informasi yaitu menu graphic menampilkan informasi suhu tiap hari dan bulan dan menu data loger digunakan untuk menampilkan seluruh data yang masuk ke dalam data base seeta menampilkan keadaan suhu tiap waktu .

Menu about: Digunakan untuk memberikan informasi bagaimana cara menggunakan website.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Website monitoring kontroling *greenhouse* terdiri beberapa halaman, masing-masing halaman akan menampilkan informasi, yaitu sebagai berikut:

4.1 Halaman Login

Halaman login merupakan halaman website monitoring dan kontroling *greenhouse*, pada halaman login user diminta untuk memasukkan *username* dan *password* seperti Gambar 9.



Gambar 9 Halaman Login.

4.2 Halaman Home

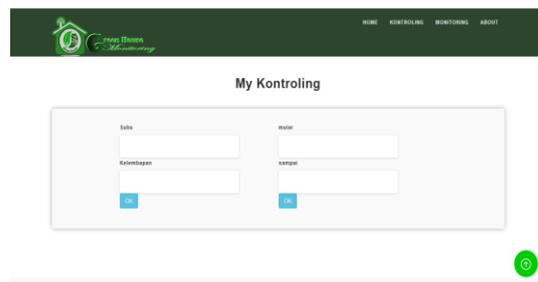
Halaman home merupakan halaman website monitoring dan kontroling *greenhouse*, pada halaman home menampilkan informasi data terbaru seperti Gambar 10.



Gambar 10 Halaman Home.

4.3 Halaman Kontroling

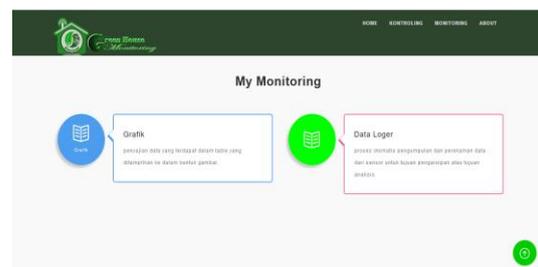
Halaman kontroling merupakan halaman website monitoring dan kontroling *greenhouse*, pada halaman kontroling user bisa mengatur suhu, kelembapan dan waktu sesuai keinginan seperti Gambar 11.



Gambar 11 Halaman Kontoling.

4.4 Halaman Monitoring

Halaman monitoring merupakan halaman website monitoring dan kontroling *greenhouse*, pada halaman monitoring terdapat 2 menu utama yaitu, grafik dan data loger seperti Gambar 12.



Gambar 12 Halaman Moinitoring.

4.5 Halaman Grafik

Halaman grafik merupakan halaman website monitoring dan kontroling *greenhouse*, pada halaman grafik menampilkan informasi data dalam bentuk grafik seperti Gambar 13.



Gambar 13 Halaman Grafik.

4.6 Halaman Data Loger

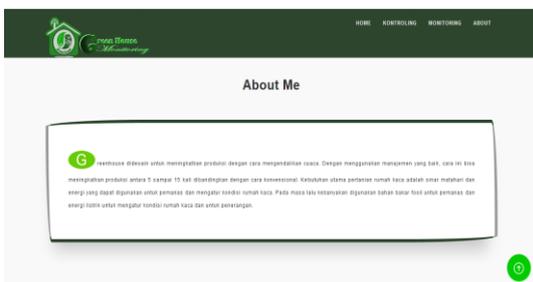
Halaman data loger merupakan halaman website monitoring dan kontroling *greenhouse*, pada halaman data loger menampilkan informasi data *archive* dalam bentuk table seperti Gambar 14.

No	Suhu	Kelembapan	Caoba	Tanggal	Waktu
1	29	58	154	2017-11-06	10:23:37
2	30	56	165	2017-11-06	10:23:47
3	30	55	165	2017-11-06	10:22:39
4	31	47	153	2017-11-06	10:22:49
5	31	49	148	2017-11-06	10:24:41
6	30	14	155	2017-11-06	10:21:12
7	30	57	123	2017-11-06	10:28:43
8	29	59	139	2017-11-06	10:28:13
9	30	59	143	2017-11-06	10:18:40

Gambar 14 Halaman Data Loger.

4.7 Halaman About

Halaman About merupakan halaman website monitoring dan kontroling *greenhouse*, pada halaman about menampilkan informasi tentang website seperti Gambar 15.



Gambar 15 Halaman About.

4.8 Pengujian Compability Website Terhadap Web Browser

Pengujian *compability* web terhadap *web browser* bertujuan untuk mengetahui apakah halaman web yang dibuat dapat menampilkan keseluruhan data sesuai perancangan dengan memakai beberapa

web browser yang sering digunakan oleh user pada umumnya. Hasil uji coba *compability* web terhadap *web browser* ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Pengujian Compability Website Terhadap Web Browser.

No	Aspek pengujian	Web Browser		
		Mozilla Firefox	Opera Versi	Google Chrome
1	Halaman Home	✓	✓	✓
2	Halaman Kontroling	✓	✓	✓
3	Halaman Monitoring	✓	✓	✓
4	Halaman Grafik	✓	✓	✓
5	Halaman Data Loger	✓	✓	✓
6	Halaman About	✓	✓	✓

4.9 Pengujian Modul ESP 8266

Pengujian ESP8266 terhadap *server* bertujuan untuk mengetahui apakah pengiriman data antara hardware dan software berkomunikasi dengan baik. Hasil uji coba ESP8266 ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengujian Modul Wifi ESP8266

No	Waktu Pengiriman	Waktu Penerimaan	Ket.
1	14:04:52	14:04:52	OK
2	14:05:20	14:05:20	OK
3	14:05:48	14:05:48	OK
4	14:06:16	14:06:16	OK
5	14:06:45	14:06:45	OK

4.10 Pengujian Sensor DHT11

Pengujian DHT11 bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi apakah suhu dan kelembapan data antara sensor DHT11 dan *hygrometer* digital. Hasil uji coba DHT11 ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8 Hasil pengukuran sensor suhu

No	Sensor Suhu (°C)	Suhu Hygrometer(°C)	Error (%)
1	29	29.4	1.36
2	30	30.6	1.96
3	30	29.7	5.72
4	31	31.0	0
5	31	31.8	2.51

Tabel 9 Hasil pengukuran sensor kelembapan

No	Sensor Kelembapan(%)	Kelembapan hygrometer	Error (%)
1	58	59	1.69
2	56	56	0
3	50	50	0
4	47	47	0
5	49	48	2.08

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisis terhadap sistem monitoring dan kontroling *greenhouse* ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat ini dapat bekerja menyalakan lampu secara otomatis dengan mengukur dan membandingkan intensitas cahaya.
2. Alat ini dapat bekerja menyalakan pemanas secara otomatis dengan mengukur dan membandingkan tingkat suhu ruangan *greenhouse*.
3. Alat ini dapat bekerja menyalakan pembuat kabut secara otomatis dengan mengukur dan membandingkan tingkat kelembapan ruangan *greenhouse*.
4. ada alat ini terdapat relay sebagai aktuator yang berfungsi memutus dan menyambung kendalian secara otomatis berdasarkan masukan dari sensor LDR dan DHT11.
5. Pemanfaatan IoT memudahkan pemilik *greenhouse* melakukan proses monitoring dan kontroling dimanapun dan dapat dilakukan setiap saat.

5.2. Saran

Pada penelitian ini, alat yang telah dirancang dengan implementasi *internet of things* secara fungsi dapat bekerja dengan baik, namun masih memerlukan pengembangan lebih lanjut agar sistem penerangan otomatis ini semakin pintar dan efisien. Perlunya penambahan jenis sensor yang digunakan, tidak hanya DHT11 dan LDR namun juga dapat menggunakan sensor lain seperti sensor PIR (Passive infrared) dan sensor-sensor yang dapat mengoptimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abbas, H., Syam, R. and Jaelan, B., 2015. Rancang Bangun Smart Greenhouse Sebagai Tempat Budidaya Tanaman Menggunakan Solar Cell Sebagai Sumber Listrik.
- [2] Bisry, K.A., 2012. Rancang Bangun Komunikasi Data Wireless Mikrokontroler Menggunakan Modul Xbee Zigbee (IEEE 802.15. 4).
- [3] Budioko, T., 2016. Sistem monitoring suhu jarak jauh berbasis internet of things menggunakan protokol mqtt. *Jurusan Teknik Komputer STIMIK Akakom Yogyakarta*
- [4] Halim, L. and Naa, C.F., 2016. SISTEM PENDAYAAN ENERGI LISTRIK PADA RUMAH KACA DENGAN MENGGUNAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA.
- [5] Irawan, J.D., Prasetyo, S. and Adi, S., 2016. PENGEMBANGAN KUNCI ELEKTRONIK MENGGUNAKAN RFID DENGAN SISTEM IoT. *Jurnal Industri Inovatif*, 6(2).
- [6] Kurniawan, E., Suhery, C. and Triyanto, D., 2013. Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, 1(2).
- [7] Meenachi, A., Kowsalya, S. and Kumar, P.P., 2016. Wireless E-Notice board using wi-fi and bluetooth technology. *Journal of Network Communications and Emerging Technologies (JNCET)*, 6(4).
- [8] Peryoga, L.W., 2015. Pengendalian Suhu Kelembaban Ruang Ekstraksi Metode Maserasi Minyak Atsiri Melati Kontroler Pid Berbasis Arduino Mega. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 3(1).
- [9] Rahmat, B., Sasongko, P.E., Nugroho, B., Arifin, Z., Mindari, W. and Timur, U.V.J., SISTEM PERTANIAN CERDAS BERBASIS INTERNET BASED DATA ACQUISITION AND CONTROL SYSTEM (IDACS).
- [10] Sugiyono, A., 1996. Kendali Sistem Energi Untuk Pertanian Rumah Kaca.
- [11] Supatmi, S., 2008. Pengaruh sensor LDR terhadap pengontrolan lampu. *Majalah Ilmiah Unikom. Universitas Komputer Indonesia*.
- [12] Yusuf, M., Isnawaty, I. and Ramadhan, R., 2016. IMPLEMENTASI ROBOT LINE FOLLOWER PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE CONTROLLER (PID). *semanTIK*, 2(1).