PEMBANGUNAN SISTEM PENGENDALIAN DAN *MONITORING GREENHOUSE* MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER *ARDUINO*

Taufiq Febianto[1], Dedeng Hirawan[2]

[1,2] Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur No. 112-116, Coblong, Lebakgede
Kota Bandung, Jawa Barat 40132
E-mail : taufiq.febianto@gmail.com[1], dedeng@email.unikom.ac.id[2]

ABSTRAK

Greenhouse adalah sebuah konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menghindari dan memanipulasi kondisi lingkungan untuk budidaya tanaman untuk pertumbuhan yang optimal. Pada dasarnya kondisi yang dijaga dalam *greenhouse* diantaranya kondisi lingkungan yang berpengaruh terhadap proses pertumbuhan tanaman seperti suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, intensitas cahaya dan lain-lain. Namun kondisi tersebut masih belum dapat dikontrol dan dipantau dengan baik, maka dilakukan penelitian pada sebuah *greenhouse* untuk merancang sebuah sistem dan aplikasi untuk pengendalian secara otomatis dan *monitoring* kondisi tersebut.

Sistem ini menggunakan mikrokontroler sebagai pusat kontrol dan sensor untuk mengukur suhu, kelembapan udara, tingkat kelembapan tanah, dan intensitas cahaya. Nilai pembacaan sensor akan dibandingkan dengan nilai set point untuk mengerakan *output* sebagai pengendalian secara otomatis melalui relay dan dikirim untuk disimpan dan diolah oleh sistem sehingga kondisi *greenhouse* dapat dimonitor dari jarak jauh melalui aplikasi *mobile*.

Sistem ini mampu melakukan pengendalian secara otomatis berdasarakan *set point* dan *monitoring* berdasarkan nilai pembacaan dari sensor sebagai alat bantu dalam proses pemeliharaan dan pertumbuhan tanaman.

Kata kunci : Cahaya, *Greenhouse*, Kelembapan, Mikrokontroler, Suhu

1. PENDAHULUAN

Pertanian adalah kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati yang dilakukan manusia untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, atau sumber energi, serta untuk mengelola lingkungan hidupnya. Kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati dengan cara budidaya tanaman atau bercocok tanam yang merupakan kegiatan pertanian pada bagian hulu meliputi proses menanam diikuti dengan kegiatan-kegiatan pemeliharaan, dan pada akhirnya menghasilkan hasil panen.

Kondisi alam sangat berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan produksi tanaman, dengan tidak menentunya perubahan musim dan kondisi alam yang tidak stabil saat ini membuat kegiatan pertanian menjadi terancam. Dalam dunia pertanian, sudah cukup banyak teknologi yang bisa diterapkan untuk mengatasi berbagai masalah di bidang pertanian. Penerapan teknologi pertanian berupa *greenhouse* mulai diadopsi para petani dan pelaku agribisnis sebagai upaya pelestarian kegiatan pertanian karena dinilai memiliki beberapa keuntungan, yakni tanaman relatif terlindungi dari hama dan penyakit, dan kondisi lingkungan yang lebih terjaga.

Beberapa faktor kondisi lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman diantaranya suhu, kelembapan, dan cahaya. Suhu yang rendah dapat mengakibatkan rusaknya batang, daun muda, tunas, bunga dan buah. Suhu terlalu tinggi pun akan merusak tanaman dengan menganggu arus respirasi air dan absorpsi air yang berdampak tanaman menjadi layu. Tanaman memperoleh persediaan air dari akar, kelembapan berlebih dalam tanah dapat meningkatkan senyawa berbahaya bagi akar tanaman. Tidak hanya kelembapan tanah kelembapan udara juga berpengaruh terhadap laju penguapan atau transpirasi, jika kelembaban tinggi, maka laju transpirasi rendah dan penyerapan zat-zat nutrisi juga rendah [14].

Cahaya memegang peranan penting dalam proses fotosintesis tanaman untuk menghasilkan makanan sebagai sumber energi, kurangnya cahaya mengganggu proses fotosintesis [14]. Faktor-faktor tersebut perlu diperhatikan dan dijaga agar sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman, sehingga dibutuhkan sebuah sistem dan perangkat terintegrasi yang dapat melakukan pengendalian dan *monitoring* terhadap kondisi lingkungan diatas agar proses pertumbuhan dan produksi tanaman dapat berlangsung secara optimal dan kondisi lingkungan tanaman yang selalu terjaga.

1.1 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah yang dikemukakan tersebut, maka permasalahan

yang dikaji dalam laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:
a. Kurangnya proses *monitoring* suhu dan kelembapan udara dalam proses pertumbuhan dan produksi tanaman.
b. Belum adanya alat *monitoring* kadar air dalam tanah / kelembapan sebagai media tanam.
c. Terbatasnya intensitas cahaya dalam proses pertumbuhan dan produksi tanaman.

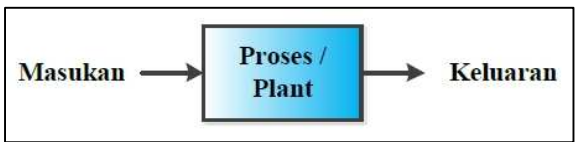
1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud penyusunan tugas akhir ini untuk membuat aplikasi pengendalian dan *monitoring* pada *greenhouse* secara otomatis, adalah sebagai berikut:
a. Mengendalikan dan memantau suhu yang ideal agar tanaman dapat tumbuh dengan hasil yang baik dan terjaga.
b. Melakukan pemantauan dan penyiraman otomatis berdasarkan kelembapan tanah untuk mengatur kadar air dalam tanah.
c. Mengukur intensitas cahaya dan memberikan tambahan cahaya untuk menunjang proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Kontrol

Sebuah sistem kontrol adalah sebuah interkoneksi dari komponen membentuk konfigurasi sistem yang akan memberikan respon sistem yang diinginkan. Dasar analisis sistem adalah dasar yang disediakan oleh teori sistem *linear*, yang mengasumsikan hubungan sebab-akibat untuk komponen sistem. Oleh karena itu komponen atau proses yang dikontrolkan dapat diwakili oleh blok, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Hubungan *input-output* merupakan hubungan sebab-akibat dari proses, yang pada gilirannya merupakan pengolahan sinyal *input* untuk memberikan variabel sinyal *output* [18].



Gambar 1. Diagram Umum Sistem Kontrol [18]

Sistem kontrol adalah suatu sistem yang bertujuan untuk mengendalikan suatu proses agar keluaran yang dihasilkan dapat dikontrolkan sehingga tidak terjadi kesalahan terhadap referensi yang ditentukan. Dalam hal ini keluaran yang dikontrolkan adalah kestabilan, ketelitian dan kedinamisannya [18].

2.2 *Greenhouse*

Greenhouse adalah sebuah bangunan kontruksi yang berfungsi untuk menghindari dan memanipulasi kondisi lingkungan agar tercipta kondisi lingkungan yang dikehendaki dalam pemeliharaan tanaman. *Greenhouse* disebut juga "Rumah Kaca", karena kebanyakan *greenhouse* dibuat dari bahan yang tembus cahaya seperti kaca, acrilic, plastik dan sejenisnya.

Membangun *greenhouse* sangat berguna untuk menjaga tanaman dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkannya, baik terhadap faktor sinar matahari, kelembaban, suhu, angin, maupun terhadap serangan hama penyakit, sehingga dapat diperoleh hasil tanaman yang lebih baik [15].

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler (pengendali mikro) pada suatu rangkaian elektronik berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalanya proses kerja dari rangkaian elektronik. Di dalam sebuah IC mikrokontroler terdapat CPU, memori, timer, saluran komunikasi seral dan pararel, *port input/output*, ADC, dll. Mikrokontroler digunakan dalam sistem elektronik *modern*, seperti: Sistem manajemen mobil, *keyboard* komputer, instrumen pengukuran elektronik, televisi, radio, *printer*, *scanner*, PLC (*Programmable Logic Controller*), robot, sistem otomasi, sistem EDC (*Electronic Data Capture*), dll [1].

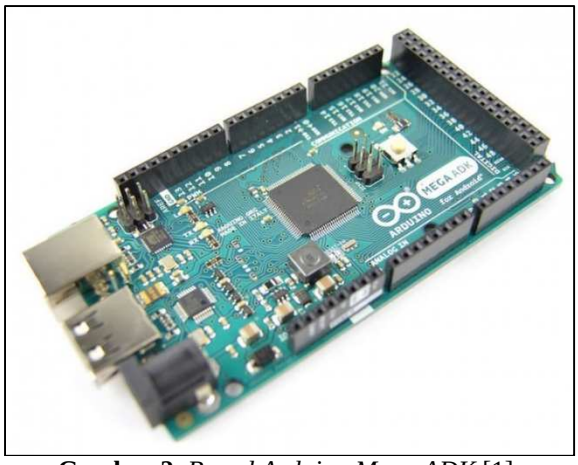
2.4 *Arduino*

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang bersifat *open source*, sehingga kita dapat menggunakannya dan melakukan modifikasi. *Board Arduino* menggunakan *Chip*/*IC* mikrokontroler Atmel AVR. Software yang digunakan untuk membuat, mengkompilasi dan meng-*upload* program yaitu *Arduino* IDE.

Arduino IDE menghasilkan file hex dari baris kode instruksi program yang menggunakan bahasa C yang dinamakan sketch setelah dilakukan *compile* dengan perintah Verify/Compile. *Bootloader* Chip/IC pada *Board Arduino* telah diisi program *Arduino Bootloader*, yang memungkinkan kita meng-*upload code* program tanpa menggunakan hardware tambahan.

Bootloader akan aktif selama beberapa detik ketika *board* mengalami reset, hasil kompilasi dari *Arduino* IDE dapat dipergunakan dan dijalankan tidak hanya pada *Arduino board* tetapi juga dapat dijalankan di sistem mikrokontroler AVR yang sesuai bahkan tanpa *bootloader*.

Perangkat ini ditujukan memanfaatkan mikrokontroler sebagai pengendalian, pengontrolan dalam membuat prototipe ataupun implementasi. *Arduino* dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan menerima masukan dari beberapa sensor misalnya cahaya, suhu, inframerah, ultrasonik, jarak, tekanan, kelembaban, dll.

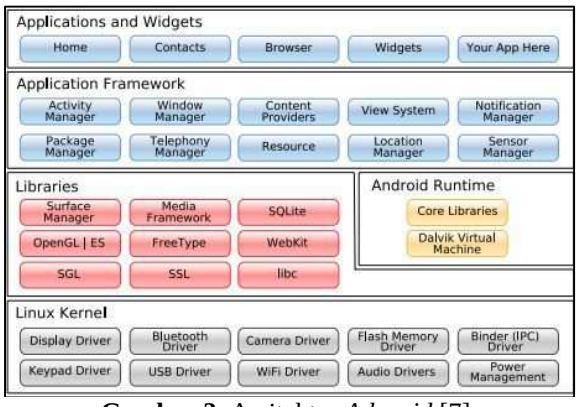


Gambar 2. *Board Arduino Mega ADK* [1]

2.5 *Adnroid*

Adnroid merupakan sistem operasi mobile yang tumbuh di tengah sistem operasi lainnya yang berkembang dewasa ini. Sistem operasi lainnya seperti *Windows Mobile, i-Phone OS, Symbian* dan masih banyak lagi juga menawarkan kekayaan isi dan keoptimalan berjalan di atas perangkat hardware yang ada. Akan tetapi, sistem operasi yang ada ini berjalan dengan memprioritaskan aplikasi inti yang dibangun sendiri tanpa melihat potensi yang cukup besar dari aplikasi pihak ketiga. Oleh karena itu, adanya keterbatasan distribusi aplikasi pihak ketiga untuk platform mereka.

Adnroid menawarkan sebuah lingkungan yang berbeda untuk pengembang. Setiap aplikasi memiliki tingkatan yang sama. *Adnroid* tidak membedakan antara aplikasi inti dengan aplikasi pihak ketiga. *Application Programming Interface* (API) yang disediakan menawarkan akses ke hardware, maupun data-data ponsel sekalipun, atau data sistem sendiri. Bahkan pengguna dapat menghapus aplikasi inti dan menggantikannya dengan aplikasi pihak ketiga. Berfungsi sebagai sistem operasi untuk perangkat mobile *Adnroid* memiliki arsitektur, secara garis besar arsitektur sistem operasi *Adnroid* dapat dijelaskan sebagai berikut [7]:



Gambar 3. Arsitektur *Adnroid* [7]

2.6 *Java*

Java merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi (high level), artinya bahasa ini mudah dipahami oleh manusia pada umumnya, karena menggunakan bahasa sehari-hari manusia. *Java* dulu dibuat oleh perusahaan *Sun Microsystems*, oleh James Ghosling, Patrick Naughton, dan Mike Sheridan pada tahun 1991, dan memerlukan kurang lebih 18 bulan ,untuk mengembangkan versi pertama dari *Java* yang dulu bernama Oak, yang dimana sekarang *Java* diakuisisi oleh perusahaan *Oracle*. *Java* biasanya digunakan untuk pengembangan Aplikasi *Dekstop* (komputer), *Web* Aplikasi, Aplikasi *Mobile*, *System* Tertanam, *Robot*, *Game*, dll.

Bahasa *Java* mirip dengan bahasa C++ , namun dikembangkan agar mudah dipahami dan dipakai. *Java* menggunakan konsep OOP (*Object Oriented Programming*) ,artinya semua inti program dari *Java* yaitu mengacu ke sebuah Obyek. *Java* termasuk platform independent, yang artinya kalian bisa menjalankan dengan berbagai Macam OS(Sistem Operasi) dan arsitektur komputer. Seperti pada perangkat *Adnroid* dari *Google* ,dan Beberapa Aplikasi Desktop ,seperti program AntiVirus , program *media player*, Aplikasi Enterprise dll [11].

2.7 *Java Script Object Notation*

Berdasarkan *website* resminya www.json.org, JSON merupakan bagian dari bahasa pemrograman Java Script (*Standard ECMA-262 3rd Edition – December 1999*). JSON merupakan format teks yang sepenuhnya independen tetapi menggunakan konvensi yang familiar dengan bahasa pemrograman dari keluarga- C, termasuk C, C++, C#, Java, Java Script, Perl, Python, dan sebagainya. Kelebihan inilah yang membuat JSON menjadi sebuah bahasa data-interchange yang ideal. JSON dibangun dalam dua struktur [10]:

a. Beberapa pasangan dari nama/nilai. Dalam beberapa bahasa pemrograman biasa disebut dengan istilah *object, record, struct, tabel hash, key list* atau *associative array*.

b. Nilai-nilai yang terusun secara ordered list. Biasa disebut dengan array, vector, list atau daftar dalam bahasa pemrograman.

JSON adalah struktur data yang universal, dalam artian bisa digunakan dalam berbagai bahasa pemrograman. Hampir semua bahasa pemrograman mendukung penuh JSON dalam berbagai format. Hal ini memungkinkan format data yang dapat dipertukarkan menggunakan bahasa pemrograman juga menggunakan dasar dari struktur JSON [10].

2.8 *Web server apache*

Apache merupakan server web yang dapat di jalankan di berbagai sistem operasi yang berbesa seperti *Unix*, *BSD*, *Linux*, *Windows* dan *Novell Netware* yang bertugas untuk melayani fasilitas web dengan menggunakan *protocol* http. *Apache* sendiri

bersifat *open source*, yang artinya dapat digunakan secara bebas oleh semua pengguna. *Apache* di kenal memiliki fitur-fitur canggih seperti penanganan pesan kesalahan yang dapat di konfigurasi serta otentikasi berbasis basis data, dan memiliki tampilan GUI yang memungkinkan penanganan server menjadi mudah.

Web server apache akan bekerja saat pengguna mengetikkan *request* melalui *protocol* http:// untuk membuka suatu halaman. Apache akan menjawab *request* yang di ketikkan user dan kemudian menampilkan halaman yang di minta. Secara sederhana dalam pembuatan *web* akan menggunakan PHP sebagai bahasa pemrograman untuk memberikan intruksi-intruksi tertentu kepada computer[13].

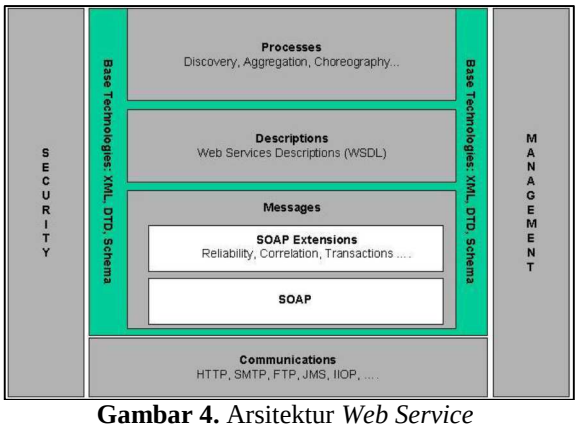
2.9 *My Structure Query Languag*

My Structure Query Language (MySQL) adalah sebuah perangkat lunak sistem manajemen basis data SQL (*Data Management System*) atau DBMS dari sekian banyak DBMS, seperti Oracle, MS SQL, Postgre SQL, dll. MySQL merupakan DBMS yang *multithread*, *multi-user* yang bersifat *open source* dibawah lisensi GNU General Public License (GPL). Kehandalan suatu DBMS dapat diketahui dari cara kerja pengoptimasi-nya dalam melakukan perintah-perintah SQL yang dibuat. Selain MySQL bersifat fleksibel dengan berbagai pemograman, MySQL juga memiliki *interface* terhadap berbagai aplikasi dan bahasa pemograman dengan menggunakan fungsi API (*Application Programming Interface*).

2.10 *Web Service*

Web service adalah sebuah entitas komputasi yang dapat diakses melalui jaringan internet maupun intranet dengan standar protokol tertentu dalam platform dan antarmuka bahasa pemograman yang independen. Tujuan pengembangannya adalah untuk menjembatani komunikasi antar program, sehingga aplikasi yang satu dan aplikasi yang lain yang terdapat pada suatu jaringan yang sama atau pada jaringan berbeda dapat saling berkomunikasi asalkan menggunakan standart protokol yang ditetapkan oleh web service. Hal ini bisa terjadi, karena standar protokol itu tidaklah terikat pada suatu platform atau bahasa pemograman. Protokol itu sendiri dibangun oleh Extensible Markup Language (XML) yang memang kenyataannya telah didukung oleh banyak platform, bahasa pemograman, dan oleh developer di seluruh dunia.

Arsitektur web service dibangun oleh beberapa layer dan teknologi yang saling berhubungan. Banyak cara untuk memvisualisaskan service, sama banyaknya dengan cara untuk membangun dan menggunakan web service gambar berikut hanyalah salah satu cara untuk menggambarkan arsitekturnya [9].

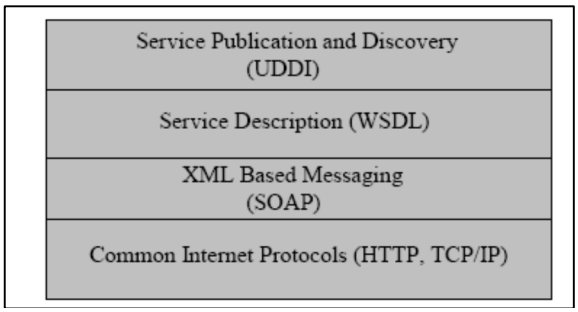


Gambar 4. Arsitektur *Web Service*

Sebuah Web Service disusun oleh tiga komponen standar, yaitu:

a. Simple Object Access Protocol (SOAP)
b. Web Service Definition Language (WDSL)
c. Universal Description, Discovery and Inttegration (UDDI)

Adanya standar tersebut membuat web service mudah di akses melalu berbagai antarmuka dan juga memberi peluang dimungkinkannya berbagai siste yang dibangun pada platform yang berbeda dan bahasa yang berbeda untuk berkolaborasi pada dalam suatu pekerjaan [9].



Gambar 5. Komponen *Web Service* [9]

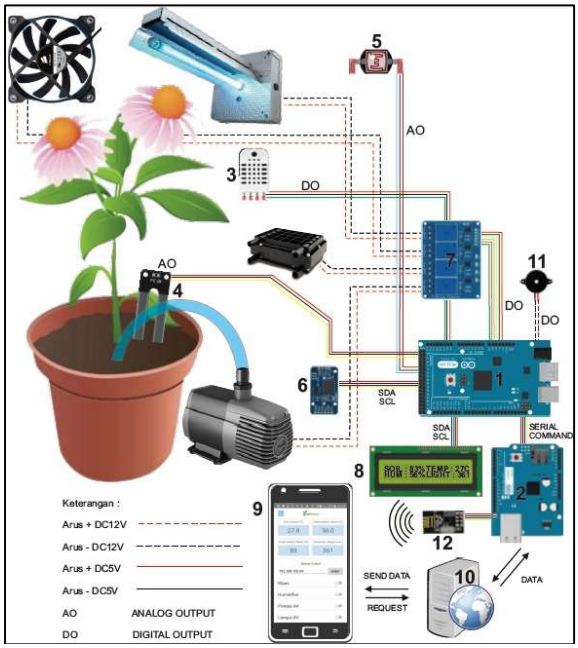
Web Service secara keseluruhan memiliki empat layer komponen sperti pada gambar diatas, yaitu:

a. Layer 1: Protokol internet standar seperti HTTP, TCP/IP
b. Layer 2: Simple Object Access Protocol (SOAP), merupakan protokol akses objek berbasis XML yang digunakan untuk proses pertukaran data/informasi antar layanan.
c. Layer 3: Web Service Definition Language (WSDL), merupakan suatu standar bahasa dalam format XML yang berfungsi untuk mendeskripsikan seluruh layanan yang tersedia.

3 PERANCANGAN

3.1 Analisis Perancangan Sistem

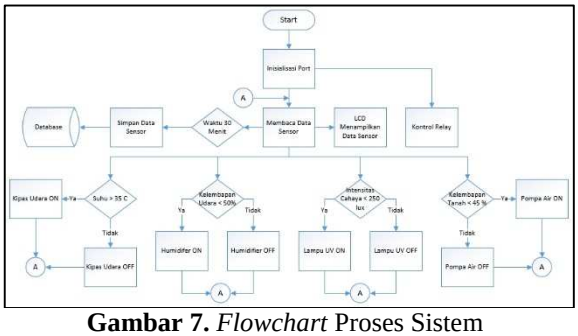
Analisis arsitektur sistem merupakan sebuah proses untuk mendeskripsikan fisik sistem yang akan dibangun dan juga komponen-komponen pendukungnya. Berikut ini adalah gambaran dari arsitektur sistem yang akan di bangun seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Arsitektur Perancangan Sistem

Berikut penjelasan dari gambaran arsitektur sistem pengendalian dan monitoring greenhouse menggunakan mikrokontroler Arduino:

1. Board Arduino Mega ADK, berfungsi sebagai inti dari sistem untuk melakukan membaca, mengatur, mengolah hingga menampilkan data dari semua perangkat dan komponen-komponen yang terhubung di dalam sistem.
2. Ethernet Shield, berfungsi sebagai pengirim data dari board Arduino ke web server dan sebagai penerima perintah dari aplikasi sistem yang sudah terinstal pada perangkat smartphone berbasis Android.
3. Sensor DHT11, digunakan untuk mengukur nilai suhu udara dan nilai kelembapan udara pada lingkungan greenhouse. Nilai dari sensor tersebut dikirim ke board Arduino untuk diproses, ditampilkan dan disimpan.
4. *Soil mousture sensor*, digunakan sebagai pengukur tingkat kelambapan tanah pada lingkungan greenhouse. Nilai tingkat kelembapan tanah tersebut dikirim ke board Arduino untuk diproses, ditampilkan dan disimpan.
5. Light Dependent Resistor (LDR), berfungsi sebagai pengukur nilai intensitas cahaya. Nilai dari sensor LDR diolah oleh board Arduino untuk mendapatkan besaran cahaya LUX.
6. Modul Real Time Clock (RTC), berfungsi untuk menampilkan data waktu secara real time, sebagai counter sistem dalam menjalankan sebuah case dalam sistem.
7. Modul Relay 4 Channel, berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik. Relay ini terhubung dengan pompa air, kipas udara, humidifier dan lampu. Relay akan mengatur ON atau OFF setiap perangkat yang terhubung berdasarkan pada nilai yg dikirimkan dari board Arduino.
8. LCD Display, berfungsi untuk menampilkan data dan status sistem secara real time pada perangkat Arduino.
9. Smartphone Android, digunakan sebagai interface antara pengguna dengan sistem untuk melakukan pengendalian dan monitoring sistem yang nantinya dapat melihat data yang tersimpan, melakukan bypass kontrol terhadap pompa air, lampu, kipas dan humidifier.
10. Web Server, berfungsi untuk melakukan atau akan mentransfer berkas permintaan pengguna melalui protokol komunikasi HTTP, pemrosesan query SQL pada database, eksekusi perintah php.
11. Alarm Buzzer, berfungsi sebagai notifikasi sistem. Alarm akan aktif bila sistem mendeteksi trigger berdasarkan parameter yang sudah di tentukan dalam sistem.
12. Modul Wifi ESP8266, berfungsi sebagai media komunikasi antara board Arduino dengan perangkat mobile/smartphone untuk melakukan kontrol pada modul relay.



Gambar 7. *Flowchart* Proses Sistem

3.2 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang akan digunakan berdasarkan kebutuhan minimal yang harus terpenuhi yaitu:

Perangkat smartphone dengan sistem operasi Android. Digunakan sebagai interface antara pengguna dengan sistem pengendalian dan monitoring greenhouse, melalui perangkat mobile/smartphone berrbasis Android ini pengguna dapat melihat dan melakukan kontrol langsung terhadap sistem. Kebutuhan minimum perangkat smartphone adnroid dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Perangkat Keras *Mobile/Smartphone*

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	*Android* 4.0 *Ice Cream Sandwich*
2	*Processor*	800Mhz
3	RAM	512Mb
4	*Memory Internal*	1Gb

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch digunakan sebagai kontrol penyambung sekaligus pemutus arus listrik yang tehubung pada pompa air, lampu UV, kipas udara dan humidifier.

Tabel 2. Perangkat Keras *Modul Relay 4 Channel*

Relay	4 Channel
Signal Control	TTL Level
Max Switch Voltage	250 VAC 30 VDC
Indikator	LED
Operating Voltage	5V
Contact Action	10ms / 5ms

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya.

Tabel 3. Perangkat Keras DHT11

Operating Voltage	5V
Temperature Range	0-50 C *error* 2 C
Humidity Range	20-90% RH *error* 5% RH
Interface	*Digital*
Interchangebility	*Fully Interchangeable*
Long Term Stability	< 0.5% RH / *year*

Soil mousture sensor adalah sensor yang dapat mendeteksi kelembapan tanah disekitarnya. Sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewatkan arus listrik dalam tanah seperti ditunjukan pada gambar dibawah ini. Kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan.

Tabel 4. Perangkat Keras *Soil mousture sensor*

Operating Voltage	5V
Output Voltage	0-4.2V
Current	35mA
Pin	VCC, GND, DO, AO
Size	60x20x5cm

Light Dependent Resistor (LDR) adalah jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Nilai Hambatan LDR akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap.

Tabel 5. Perangkat Keras *Light Dependent Resistor*

Operating Voltage	5V
Sensitivity Control	Potensiometer
Pin	VCC, GND, AO, DO
Signal Output	*Digital / Analog*
Indikator	LED

Real Time Clock (RTC) adalah jam elektronik berupa chip menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time.

Tabel 6. Perangkat Keras *Modul Real Time Clock*

Operating Voltage	5V
Clock Chip IC	DS3231
Clock Accuracy	0-40 range 2ppm
Memory Chip	AT24C32 (*storage* 32K)
Battery	CR2032

Ethernet Shield merupakan modul untuk mempermudah antarmuka antara komunikasi ethernet dengan mikrokontroler. Modul ini bekerja dengan level tegangan TTL. Aplikasi dari modul ini adalah embedded web server, embedded DHCP server, serta aplikasi lainya yang berhubungan dengan komunikasi ethernet. Modul Ethernet Shield ini digunakan sebagai media/antarmuka komunikasi melalui protocol TCP/IP untuk mengirim hasil proses data dari sensor pada sistem yang akan disimpan di database.

Tabel 7. Perangkat Keras *Modul Ethernet Shield*

Input Voltage	36V-57V
High efficiency DC/DC converter	typ 85% @ 80% load
Chip	*Wiznet W5100*
Speed	10/100Mb
TCP/IP Protocols	TCP, UDP, ICMP, IPv4, ARP, IGMP, PPPoE
Internal Memory	32Kbytes RX/TX *Buffer*
Indikator	LED
SD Library	*Micro SD on board*
Compliant	IEEE802.3af
Connector	RJ45 (HR911102A)
Size	7cm x 5.25cm x 2.25cm

Modul Wifi ESP8266 adalah sebuah modul wifi yang akhir-akhir ini semakin digemari para hardware developer. Kelebihan lainnya, ESP8266 ini dapat menjalankan peran sebagai adhoc akses poin maupun klien sekaligus. Modul Wifi ESP8266 ini digunakan sebagai media komunikasi antara perangkat mobile/smartphone yang digunakan pengguna sebagai kontrol langsung terhadap sistem.

Tabel 8. Perangkat Keras *Modul Wifi ESP8266*

Protocols	802.11 b/g/n/e/i
Frequency Range	2.4G ～ 2.5G (2400M ～ 2483.5M)

Antena	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Operating Voltage	2.5V ~ 3.6V
Current	80mA
Security	WPA/WPA2
Encryption	WEP/TKIP/AES
Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP
Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR GPIO/ADC/PWM/LED
User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, *Android*/iOS App

3.3 Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pembangunan sistem ini adalah sebagai media untuk menghubungkan penggunaan perintah dengan perangkat keras yang berfungsi dalam sebuah sistem adapun perangkat lunak yang digunakan dapat di lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 9. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat Lunak	Fungsi
Arduino IDE	Perancangan *sketch* program dan *upload sketch* program *Arduino*
Text Editor	Perancangan *script* php dan JSON
Android Studio	Pembangunan aplikasi *mobile* berbasis *Android*
MySQL	Media penyimpanan data dan sistem manajemen basis data
File Transfer Protocol	Transfer *file* via protokol FTP

4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Implementasi antar muka berikut merupakan hasil dari perancangan antarmuka yang sudah dibuat. Berikut adalah tampilan untuk hasil implementasi dari penelitian pada perancangan sebelumnya.

4.1 Antarmuka *Login*

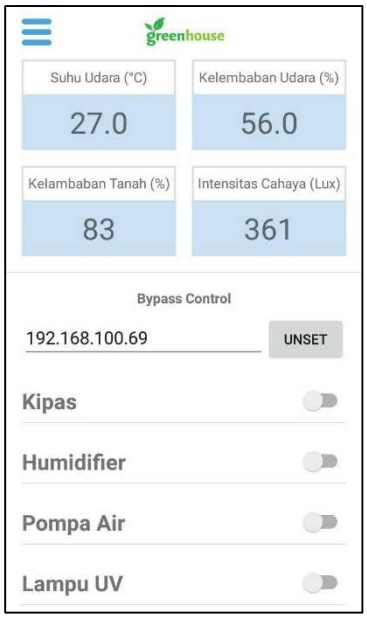
Pada halaman login ini user harus memasukan username dan password untuk bisa menggunakan aplikasi sistem pengendalian dan monitoring greenhouse.



Gambar 8. Antarmuka Login

4.2 Antarmuka Halaman Utama

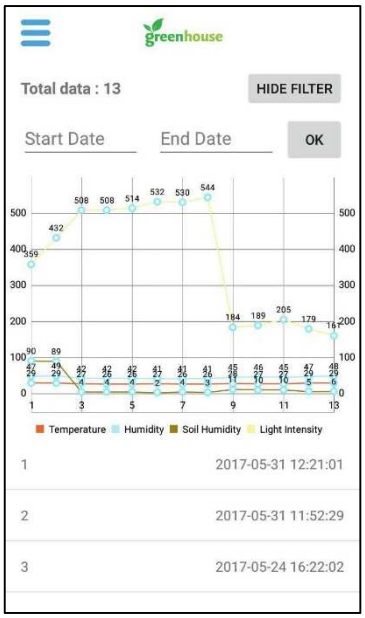
Pada halaman ini user dapat melihat status greenhouse secara realtime, user juga dapat melakukan kontrol pada pompa air, lampu, humidifier dan kipas dengan memasukan IP Address sistem kendali dan menggeser posisi ON/OFF tombol kontrol masing-masing alat.



Gambar 9. Antarmuka Halaman Utama

4.3 Antarmuka Data Grafik

Pada halaman ini semua data yang tersimpan dalam database ditampilkan dalam bentuk data garfik, user dapat melakukan filter/pemilihan data yang akan ditampilkan berdasarkan waktu yang akan ditampilkan.



Gambar 9. Antarmuka Data Grafik

4.4 Antarmuka Data *Log*

Pada halaman ini semua data yang tersimpan dalam database ditampilkan dalam bentuk data log, user dapat melakukan filter/pemilihan data yang akan ditampilkan berdasarkan waktu yang akan ditampilkan.



Gambar 10. Antarmuka Data Log

4.5 Pengujian Intensitas Cahaya

Pengujian sensor Light Dependent Resistor (LDR) terhadap pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari DHT11 dengan luxmeter HS1010 yang diarahkan langsung pada cahaya matahari. Pengambilan sample data pengujian sensor DHT11 dilakukan selama 3 jam dengan interval pencatatan hasil pengukuran 15 menit sekali.

Tabel 10. Pengukuran Intensitas Cahaya

Waktu Pengukuran	LDR Intensitas Cahaya (*Lux*)	HS1010 Intensitas Cahaya (*Lux*)	Selisih Intensitas Cahaya (*Lux*)
13/8/17 11:00	210	209	1
13/8/17 11:15	208	201	7
13/8/17 11:30	213	217	4
13/8/17 11:45	215	220	5
13/8/17 12:00	219	213	6
13/8/17 12:15	221	224	3
13/8/17 12:30	218	211	7
13/8/17 12:45	223	231	8
13/8/17 13:00	227	229	2
13/8/17 13:15	228	232	4
13/8/17 13:30	231	233	2
13/8/17 13:45	226	227	1

Dari hasil pengujian sensor LDR dengan alat ukur HS1010 pembanding pada tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa hasil pengukuran intensitas cahaya dari sensor LDR mendekati hasil peengukuran menggunakan alat ukur HS1010, dengan rata-rata kesalahan ±4.1.

4.6 Pengujian Suhu dan Kelembapan Udara

Pengujian sensor DHT11 terhadap pengukuran suhu dan kelembapan udara dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari DHT11 dengan thermometer humidity digital HTC-2. Pengujian dilakukan dengan nilai suhu awal 30˚C dan kelembapan 57% pada sensor DHT11, dengan mendekatkan sensor dan alat pembanding pada sebuah lilin dengan jarak ±5 cm disebuah ruangan. Pengambilan sample data pengujian sensor DHT11 dilakukan selama 30 menit dengan interval pencatatan hasil pengukuran 3 menit sekali.

Tabel 11. Pengukuran Suhu dan Kelembapan Udara

DHT11		HTC-2		(˚C)	(%)
(˚C)	(%)	(˚C)	(%)		
30.67	50	30.87	52	0.2	2
31.36	51	32.06	55	0.7	4
32.84	51	34.14	55	1.3	4
33.45	54	33.85	62	0.4	8
33.89	55	35.59	61	1.7	6

35.12	54	37.22	59	2.1	5
35.69	56	37.29	62	1.6	6
36.31	57	37.41	60	1.1	3
36.82	57	37.32	64	0.5	7
37.41	57	38.41	65	1	9

4.7 Pengujian Kelembapan Tanah

Pengujian *Soil mousture sensor* dilakukan dengan cara mengukur tingkat kelembapan tanah pada bidang tanam seluas ±10m^2 sebagai *sample* nilai dari hasil pengukuran tingkat kelembapan tanah dengan posisi penempatan sensor pengukuran yang berbeda-beda.

Tabel 10. Pengukuran Kelembapan Tanah

Kondisi	Soil 1 (%)	Soil 2 (%)	Soil 3 (%)	Soil 4 (%)	Selisih Nilai (%)
Sebelum Disiram	43	40	41	39	4
	45	39	43	41	6
	42	41	42	43	2
	41	43	46	42	5
Setelah Disiram	72	68	69	70	4
	68	67	71	71	4
	71	70	73	74	4
	73	73	70	72	3

Dari hasil pengujian *Soil mousture sensor* pada sebuah bidang tanam dihasilkan selisih pengukuran dengan rata-rata perbedaan nilai ±3,5.

4.8 Analisis Hasil Pengujian

Dari keseluruhan hasil pengujian yang telah dilakuka, sistem pengendalian dan monitoring greenhouse ini dapat berfungsi sesuai dengan perancangan sebelumnya. Alat ini dapat menjalakan fungsinya berdasarkan set point maupun secara manual melalui aplikasi mobile, data hasil pengukuran dapat tersimpan pada web server dan ditampilkan melalui aplikasi. Data yang sudah tersimpan dapat dilihat dalam bentuk grafik ataupun data log.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, perancangan, implementasi, pengujian perangkat lunak dan perangkat keras pada sistem yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Sistem pengendalian dan *monitoring* dapat membantu pemilik toko dalam proses pekembangan dan pertumbuhan tanaman.

b. Sistem dan aplikasi mampu membantu mengendalikan dan melakukan pemantauan terhadap suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah serta intensitas cahaya dengan baik dan sesuai dengan perancangan, baik perancangan perangkat keras maupun perancangan perangkat lunak berdasarkan hasil implementasi dan pengujian.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat penulis sampaikan untuk perkembangan lebih lanjut terhadap sistem yang dirancang diantaranya sebagai berikut:

a. Menggunakan panel surya sebagai sumber daya yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari.

b. Dapat menambahkan *mode visual* dengan menggunakan kamera agar dapat dilihat keadaanya secara langsung.

c. Mengembangkan proses pengiriman data dan koneksi antara perangkat lunak dan alat agar lebih stabil.

d. Menambahkan fitur untuk melakukan perubahan *set point* melalui aplikasi

DAFTAR PUSTAKA

[1] Andrianto, Heri. 2016. *Arduino* Belajar Cepat dan Pemograman. Bandung. Informatika

[2] Kadir, Abdul. 2003. Pengenalan Sistem Informasi. Yogyakarta. C.V Andi Offset

[3] Hartono, Jogiyanto. 2005. Analisis dan Desain Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis. Yogyakarta. C.V Andi Offset

[4] Sanjaya, Mada. 2016. Panduan Praktis Membuat Robot Cerdas Menggunakan *Arduino* dan Matlab. C.V Andi Offset

[5] S. Rosa, M, Shalahudi. 2011. Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek). Bandung. Modula

[6] Kadir, Abdul. 2015. From Zero To a Pro *Arduino*. Yogyakarta. C.V Andi Offset

[7] P. Juhara, Zamrony. 2016. Panduan Lengkap Pemograman *Adnroid*. Yogyakarta. C.V Andi Offset

[8] Mengenal *Adnroid* Studio [Online]. Tersedia: https://developer.*adnroid*.com/studio/intro/index.html?hl=id .Diakses pada tanggal 2 Mei 2017.

[9] Siregar, Purba. 2012. Membongkar Teknologi Pemograman Web Service. Bandung. Gava Media

[10] Pengenalan JSON [Online]. Tersedia: http://www.json.org/json-id.html .Diakses pada tanggal 5 Mei 2017

[11] R.H, Sianipar. 2015. Pemograman *Java* Untuk Programmer. Andi Publisher

[12] Sidik, Betha. 2011. *Java* Script. Bandung. Informatika

[13] Sidik, Betha. 2014. Pemrograman Web dengan PHP. Bandung. Informatika

[14] Redaksi Trubus.2016. Hama & Penyakit Tanaman. Trubus

[15] Suhardiyanto, Herry. 2009. Teknologi Rumah Tanaman Untuk Iklim Tropika Basah, Pemodelan dan Pengedalian Lingkungan. Bogor. IPB Press

[16] Roger S. Pressman. 2010 Software Enginering : A Practitioner’s Approach, 7th ed: McGraw-Hill Education.
[17] Abraham, Lika. 2016. Smart *Greenhouse* Berbasis Mikrokontroler *Arduino* Mega 2650 Rev3 [Online]. Tersedia: https://repository.usd.ac.id/6331/2/125114042_full.pdf .Diakses pada 31 Mei 2017.
[18] Arie Eric Rawung. 2013. Perekayasaan Sistem Control. Malang. Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia