

SISTEM KENDALI DAN MONITORING LINGKUNGAN RUMAH KACA DENGAN METODE IoT

Adevindi Dwi Agustya

Rini Handayani S.T., M.T.¹ . Muhammad Ikhsan Sani S.T., M.T.²

D3 TEKNIK KOMPUTER – FAKULTAS ILMU TERAPAN
UNIVERSITAS TELKOM

Jl. Telekomunikasi, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat 40257

E-mail : rini.handayani@tass.telkomuniversity.ac.id¹ . m.ikhsan.sani@tass.telkomuniversity.ac.id²

ABSTRAK

Budidaya tanaman menggunakan *greenhouse* merupakan salah satu metode yang dapat diaplikasikan pada beberapa jenis tanaman. Pada dasarnya parameter yang digunakan pada *greenhouse* adalah kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya sehingga tanaman dapat bertumbuh dengan optimal. Namun kondisi tersebut masih belum bisa terpantau dengan baik sehingga pertumbuhan tanaman masih belum bisa maksimal. Oleh karena itu, dibuatlah sebuah sistem yang dapat mengontrol secara otomatis serta dapat memonitor *greenhouse* dalam jarak jauh. Sistem ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler dan menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam *greenhouse* serta menggunakan sensor LDR untuk mengukur intensitas cahaya. Output dari sistem ini meliputi fan, bohlam, motor servo dan water sprayer. Nilai pembacaan sensor akan dibandingkan dengan nilai yang dibutuhkan tanaman untuk menggerakkan output. Pada pengukuran intensitas cahaya menggunakan sistem kendali PID. Setpoint intensitas cahaya yang digunakan adalah 65 lux. Selain itu, sistem ini juga menggunakan metode IoT dengan data dikirimkan ke NodeMCU dan data akan diolah oleh system interface sehingga *greenhouse* dapat dipantau dari jarak jauh. Sistem ini telah dapat mengendalikan *greenhouse* secara otomatis sesuai dengan nilai yang dibutuhkan tanaman sawi yaitu untuk suhu adalah 15°C - 25°C, pada kelembaban udara yaitu 80%RH – 90%RH dan pada intensitas cahaya nilai yang dibutuhkan 65lux.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses budidaya tanaman selama ini dilakukan pada kondisi lingkungan yang sesuai dengan tanaman. Jika tanaman dipindah ke daerah dengan kondisi lingkungan yang berbeda maka tanaman tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan optimal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dibuat suatu lingkungan buatan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman [1].

Rumah kaca (*green house*) merupakan suatu media yang digunakan untuk tempat budidaya tanaman yang parameter lingkungan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan tanaman [1].

Untuk mengendalikan parameter lingkungan dibutuhkan peralatan elektronika yang dapat bekerja bersama-sama untuk mendapatkan kondisi lingkungan rumah kaca sesuai kebutuhan. Rumah kaca melindungi tanaman dari cuaca ekstrim, melindungi tanaman dari badai debu, dan mencegah serangan hama dan penyakit. Umumnya, parameter lingkungan yang dikendalikan adalah cahaya, suhu, dan kelembapan dapat membantu tanaman mendapatkan kondisi lingkungan yang dibutuhkan.

IoT (*Internet of Things*) adalah suatu konsep dimana konektifitas internet dapat bertukar

informasi satu sama lainnya dengan benda-benda yang ada disekelilingnya [2]. Dengan *Internet of Things* (IoT) akan lebih mempermudah kegiatan manusia dalam melakukan berbagai aktifitas sehari-hari. Semua kegiatan dapat dilakukan dengan sangat praktis dan disatu sisi adanya sistem kontrol karena perangkat yang terhubung menyebabkan kehidupan akan lebih efektif dan efisien.

Pada proyek akhir ini dirancang suatu sistem kendali berbasis PID (*Proportional, Integral, Derivative*) yang berfungsi untuk mengontrol parameter lingkungan rumah kaca sesuai dengan variabel yang dibutuhkan. Sistem ini berfungsi untuk mengendalikan parameter lingkungan rumah kaca yaitu untuk mengatur suhu, kelembaban dan intensitas cahaya dengan bantuan sensor dan aktuator. Data sensor akan diolah oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke server menggunakan ESP 8266. Informasi mengenai monitoring *greenhouse* dapat diakses menggunakan aplikasi pada *Smartphone*.

Oleh karena itu, diharapkan alat ini dapat membantu memelihara tanaman mendapatkan lingkungan yang stabil, sehingga dapat membantu budidaya tanaman yang tidak sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar serta mampu membantu dan mengatasi masalah yang dihadapi oleh para petani.

1.2 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka didapat beberapa tujuan dari penyusunan proyek akhir ini sebagai berikut :

1. Mengembangkan sistem kendali kondisi lingkungan rumah kaca berbasis IoT.
2. Mengatur suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya pada sistem rumah kaca sesuai dengan variabel suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman.
3. Membuat prototipe sistem rumah kaca yang terintegrasi dengan sistem kendali dan monitoring.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU.
2. Algoritma sistem kendali yang dipakai adalah PID (*Proportional – Integral - Derivative*).
3. PID (*Proportional – Integral - Derivative*) digunakan pada pengendalian intensitas cahaya.
4. Aplikasi sistem monitoring menggunakan *Smartphone* berbasis Android.
5. Parameter yang diatur dalam sistem rumah kaca ini adalah suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya.
6. Pada sistem rumah kaca ini diambil studi kasus menggunakan tanaman sayuran jenis sawi, mengingat tidak semua tanaman membutuhkan kadar air dan intensitas cahaya yang sama.
7. Metode pertanian menggunakan media tanah.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Jun Kang, dkk (2013) dalam penelitian yang berjudul "*An Adaptive PID Neural Network for Complex Nonlinear System Control*" menggunakan metode pengendalian yang efektif berdasarkan jaringan Neural adaptif PID dan algoritma *partikel swarm optimization*. Algoritma PSO ini diadopsi untuk memilih bobot awal, memecahkan masalah yang mempengaruhi nilai awal dalam pelatihan, meningkatkan kecepatan konvergen, dan mencegah bobot terjebak ke dalam optima lokal. Hasil penelitian ini adalah bahwa pengendali yang diusulkan dapat memperoleh presisi yang baik dengan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode yang lainnya. Pengendali ini memiliki pendekatan kontrol yang baru untuk sistem nonlinear yang kompleks.

Berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pembuatan sistem yang dilakukan saat ini juga membuat pengendalian dan

pengontrolan rumah kaca, dengan variabel yang digunakan lebih lengkap dibanding dengan yang sebelumnya. Variabel yang digunakan dalam sistem ini terdiri dari tiga variabel yaitu suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya. Variabel intensitas cahaya menggunakan metode PID untuk mengatur sinar ultraviolet, sedangkan variabel suhu dan kelembapan menggunakan metode kontrol *On-Off* untuk mengatur kestabilan suhu dan kelembapan. Selain itu kelebihan pada sistem ini adalah penggunaan aktuator yang lebih lengkap sebagai pengendali rumah kaca dan terintegrasi dengan sistem monitoring.

2.1 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah platform IoT (*Internet of Things*) yang bersifat *open source*, yaitu sebuah board elektronik yang didalamnya sudah memiliki firmware dan hardware yang memiliki fitur wi-Fi. NodeMCU memiliki firmware yang berjalan pada chip ESP8266 dan hardware berupa modul ESP-12. *Board* ini memiliki 12 buah pin input (11 diantaranya adalah PWM) dan 9 buah pin output, 1 buah pin analog input, dengan *flash memory* berukuran 4 MB dan RAM sebesar 128 KB dengan kecepatan *clock* 80 MHz.

2.2 Sensor LDR

LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan salah satu komponen resistor yang nilai resistansinya akan berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang mengenai sensor ini. Nilai resistansi pada sensor ini sangat bergantung pada intensitas cahaya.

LDR berfungsi sebagai sebuah sensor cahaya dalam berbagai macam rangkaian elektronika seperti saklar otomatis berdasarkan cahaya yang jika sensor terkena cahaya maka arus listrik akan mengalir (ON), begitu juga sebaliknya. LDR juga sering digunakan sebagai sensor lampu penerang jalan otomatis, lampu kamar tidur, alarm, dan yang lainnya.

2.3 Sensor Kelembaban (DHT11)

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang baik, serta ditambah dengan kemampuan mikrokontroler 8 bit seperti Arduino. Koefisien kalibrasi DHT 11 disimpan dalam OTP program memori, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini membaca koefisien sensor.

2.4 Motor Servo 90°

Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor Servo 90° merupakan motor servo *steper* yang dapat bergerak atau berputan 90°. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel *motor servo*.

2.5 Kontrol Proporsional (P)

Kontrol proporsional berfungsi untuk memperkuat sinyal kesalahan penggerak, sehingga akan mempercepat keluaran sistem mencapai titik referensi. Hubungan antara input kontroler $u(t)$ dengan sinyal *error* $e(t)$ terlihat pada persamaan berikut.

$$u(t) = K_p e(t)$$

Apabila persamaan diatas didiskritkan maka akan menjadi :

$$u(t) = K_p e(k)$$

2.6 Kontrol Integral (I)

Kontrol integral pada prinsipnya bertujuan untuk menghilangkan kesalahan keadaan tunak (*offset*) yang biasanya dihasilkan oleh kontrol proporsional. Hubungan antara output kontrol

integral $u(t)$ dengan sinyal *error* $e(t)$ terlihat pada persamaan berikut.

$$u(t) = K_i \int_u^t e(t)dt$$

Apabila persamaan diatas didiskritkan maka akan menjadi:

$$u(k) = K_i \sum_{i=0}^k e(i) T_c$$

$$u(k) = K_i T_c \sum_{i=0}^k e(i) = K_i T_c [e(0) + e(1) + \dots + e(k-1) + e(k)]$$

$$u(k) = K_i T_c [e(k-1) + e(k)]$$

dengan :

T_c = waktu pencuplikan (*sampling time*)

Integral (\int) adalah suatu operator matematis dalam kawasan kontinyu, jika didiskritkan maka akan menjadi sigma (Σ). Fungsi dari operator sigma adalah menjumlahkan nilai ke-1 sampai dengan nilai ke-k. Berdasarkan perhitungan di atas, variabel *error* (e) yang diintegrasikan dalam kawasan diskrit akan menjadi $e(0) + e(1) + \dots + e(k-1) + e(k)$, atau dengan kata lain *error-error* yang sebelumnya dijumlahkan hingga *error* yang sekarang.

2.7 Kontrol Derivatif (D)

Kontrol derivatif dapat disebut pengendali laju, karena *output* kontroler sebanding dengan laju perubahan sinyal *error*. Hubungan antara *output* kontrol derivatif $u(t)$ dengan sinyal *error* $e(t)$ terlihat pada persamaan berikut.

$$u(t) = K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Apabila persamaan diatas didiskritkan maka akan menjadi:

$$u(k) = K_d \frac{e(k) - e(k-1)}{T_c}$$

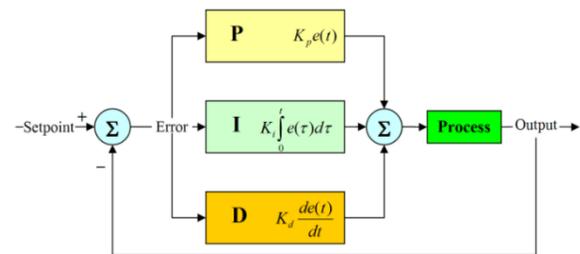
dengan :

T_c = waktu pencuplikan (*sampling time*)

Derivatif (dx/dt) adalah suatu operator matematis pada kawasan kontinyu, jika didiskritkan maka akan menjadi limit. Fungsi dari operator limit adalah mengurangi nilai ke-k dengan nilai ke-[k-1].

2.8 Kontrol PID

Gabungan dari ketiga kontroler tersebut disebut dengan "kontroler PID". Diagram Blok dari kontroler PID ditunjukkan pada Gambar 2.8-1 berikut.



Gambar 2.8-1 Diagram Blok Kontroler PID

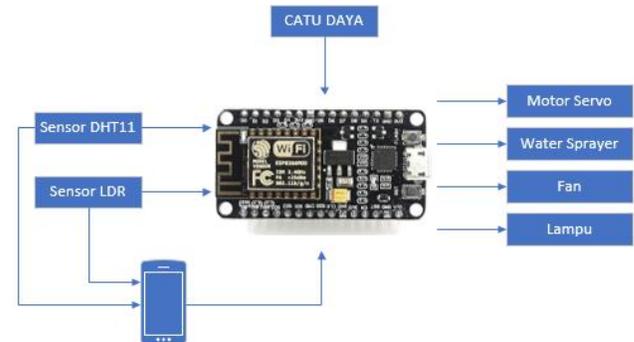
Kontroler ini dapat digunakan untuk memperbaiki respon transien dengan memprediksi *error* yang akan terjadi.

3 ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 ANALISIS

Pada bagian analisis ini akan menjelaskan sistem yang digunakan saat ini dan blok diagram beserta cara kerjanya, dan menganalisis kebutuhan yang digunakan pada sistem.

3.1.1 Blok Diagram / Topologi Sistem



Gambar 3.1-1 Blok Diagram Sistem Saat Ini

Terlihat pada Gambar 3.1-1, gambar tersebut merupakan blok diagram dari sistem saat ini. Pembudidayaan tanaman pada saat ini masih menggunakan teknologi manual yaitu dengan bergantung pada monitoring melalui *Smartphone*.

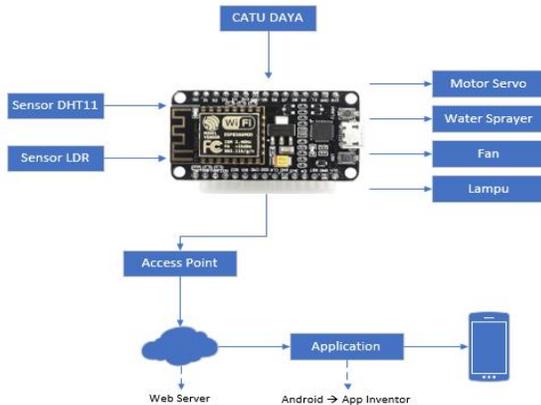
3.1.2 Cara Kerja Sistem

Alat ini masih menggunakan sistem manual dengan bergantung pada monitoring melalui ponsel pintar, pengairan masih dikontrol melalui *Smartphone*. Cara tersebut kurang optimal jika dalam kondisi lingkungan tidak stabil, serta kurang efektif untuk mengantisipasi terjadinya gagal panen karena adanya faktor *human error* dan *technical error*.

3.2 PERANCANGAN

Pada bagian perancangan sistem ini akan dijelaskan bagaimana gambaran sistem usulan, blok diagram/topologi usulan, cara kerja beserta spesifikasi sistem yang digunakan pada proyek akhir ini.

3.2.1 Blok Diagram/ Topologi Sistem



Gambar 3.2-1 Blok Diagram Sistem Usulan

Pada Gambar 3.2-1 blok diagram sistem usulan, terdapat 2 sensor, dan 4 *output*. Setiap inputan akan diproses menjadi *output* oleh NodeMCU. *Gateway* berupa NodeMCU akan mengirimkan data ke *Cloud Server* yang terhubung dengan *web server* untuk menampilkan informasi data ke *Smartphone*.

3.2.2 Cara Kerja

Untuk menjelaskan Gambar 3.2-1 cara kerja sistem kendali kondisi lingkungan rumah kaca berbasis IoT menggunakan NodeMCU berdasarkan blok diagram sistem usulan. Alat ini menggunakan catu daya dengan *input* sebesar 24 volt, alat ini bekerja menggunakan *input* dari sensor LDR, dan sensor kelembaban. Pada saat kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya tidak terpenuhi maka sensor LDR dan sensor kelembaban akan mengirim data ke NodeMCU untuk mengidentifikasi kebutuhan pasokan cahaya matahari dan air yang kemudian akan mengaktifkan aktuator berupa motor servo, fan, lampu/bohlam dan *water sprayer*. Selain itu dengan terkoneksi NodeMCU dengan *Cloud Server* maka pengguna mendapatkan data-data mengenai rumah kaca pada ponsel pintar.

3.2.3 Perancangan PID

Nilai PID didapatkan dari beberapa perbandingan dengan menggunakan Kp, Ki, dan Kd, dan dengan *setpoint* yang telah ditentukan. Berikut tabel perbandingan perancangan PID dapat dilihat pada Table 3.2-1.

Table 3.2-1 Perbandingan Nilai PID

Setpoint	Nilai Sensor	Kp	Ki	Kd	PID
65	11	4	1	0	49
65	11	4.5	1.2	0	57
65	65	5.5	1.2	0	0
65	11	5.5	1.2	0	63

Dari table diatas maka dapat dihasilkan perhitungan Kp, Ki, dan Kd yang tepat yaitu dengan Kp = 5.5, Ki = 1.2, dan Kd = 0.

4 PENGUJIAN

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian sistem yang bertujuan untuk menemukan kesalahan - kesalahan atau kekurangan - kekurangan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang diuji. Pengujian bermaksud untuk mengetahui perangkat keras dan perangkat lunak yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang sesuai

dengan tujuan perancangan perangkat lunak tersebut.

Pengujian perangkat lunak ini menggunakan pengujian *blackbox*. Pengujian *blackbox* berfokus pada fungsional sistem dan data yang ditampilkan pada aplikasi.

4.1 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras dilakukan dengan menggunakan *blackbox testing*. Pengujian *blackbox* berfokus pada fungsional sistem perangkat keras.

1. Pengujian Parameter Suhu

Table 4.1-1 Pengujian Parameter Suhu

Nilai Sensor	Nilai yang dibutuhkan	Hasil Pengujian
23°C	15°C - 25°C	Fan dan lampu "off"
27°C	15°C - 25°C	Fan "on" dan lampu "off"
14°C	15°C - 25°C	Fan "off" dan lampu "on"

Dalam pengujian parameter suhu ketika sensor membaca nilai yang dibutuhkan tanaman maka fan dan lampu akan mati. Ketika sensor membaca nilai lebih dari yang dibutuhkan tanaman dan suhu akan terasa panas, maka fan akan hidup dan lampu akan mati. Dan ketika sensor membaca nilai lebih kecil dari yang dibutuhkan tanaman dan suhu akan terasa dingin, maka fan akan mati dan lampu akan hidup.

2. Pengujian Parameter Kelembaban

Table 4.1-2 Pengujian Parameter Kelembaban

Nilai Sensor	Nilai yang dibutuhkan	Hasil Pengujian
85%RH	80 - 90%RH	Water sprayer "off" dan atap tertutup
70%RH	80 - 90%RH	Water sprayer "on" dan atap tertutup

95%RH	80 - 90%RH	Water sprayer "off" dan atap terbuka
-------	------------	--------------------------------------

Dalam pengujian parameter kelembaban ketika sensor membaca nilai yang dibutuhkan tanaman maka water sprayer akan mati dan atap akan tertutup. Ketika sensor membaca nilai lebih dari yang dibutuhkan tanaman dan udara terasa lembab, maka water sprayer akan mati dan atap akan terbuka. Dan ketika sensor membaca nilai lebih kecil dari yang dibutuhkan tanaman dan udara terasa panas, maka water sprayer akan hidup dan atap akan tertutup.

1. Pengujian Parameter Intensitas Cahaya

Table 4.1-3 Pengujian Parameter Intensitas Cahaya

Nilai Sensor	Nilai yang dibutuhkan	Hasil Pengujian
14 lux	65 lux	Lampu menyala terang
40 lux	65 lux	Lampu menyala redup
65 lux	65 lux	Lampu akan mati

Dalam pengujian parameter intensitas cahaya ketika sensor membaca nilai yang dibutuhkan tanaman maka lampu akan mati. Ketika sensor membaca nilai lebih kecil dari yang dibutuhkan maka lampu akan menyala dengan intensitas kecerahan cahaya sesuai dengan yang dibutuhkan.

Berikut merupakan hasil dari pengujian fungsional sistem perangkat keras terlihat pada table 4.1-4.

Table 4.1-4 Pengujian Fungsional Sistem Perangkat Keras

Nama Pengujian	Tujuan Pengujian	Hasil pengujian	Kesimpulan
Suhu	Untuk mendapatkan suhu yang	Suhu yang dihasilkan sesuai dengan	Aktuator aktif ketika kondisi yang

	dibutuhkan tanaman	yang dibutuhkan tanaman	dibutuhkan belum terpenuhi
Kelembaban	Untuk mendapatkan kelembaban udara yang dibutuhkan tanaman	Kelembaban yang dihasilkan sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman	Aktuator aktif ketika kondisi yang dibutuhkan belum terpenuhi
Intensitas Cahaya	Untuk mendapatkan intensitas cahaya stabil sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman	Intensitas cahaya stabil sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman	Lampu menyala dengan tingkat kecerahan cahaya sesuai yang dibutuhkan tanaman

4.2 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan *blackbox testing*. Pengujian *blackbox* berfokus pada data yang ditampilkan pada aplikasi.

Table 4.2-1 Pengujian Perangkat Lunak

Nilai Sensor	Nilai Pada Aplikasi	Hasil Pengujian
Suhu = 23°C	23°C	Grafik menunjukkan pada nilai 23°C pada kolom suhu
Kelembaban = 70%RH	70%RH	Grafik menunjukkan pada nilai 70%RH pada kolom kelembaban
Intensitas Cahaya = 40 lux	40 lux	Grafik menunjukkan pada nilai 40 lux pada kolom intensitas cahaya

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari proyek akhir ini antara lain :

1. Sistem mampu bekerja secara otomatis dan mampu memonitoring kebutuhan tanaman menggunakan *thingspeak* dengan *refresh time* 3-5 detik melalui *online system*.
2. Sistem mampu bekerja mengatur suhu dengan *setpoint* 15°C-25°C, kelembaban udara 80%RH-90%RH, dan intensitas cahaya menggunakan PID dengan *setpoint* 65 lux.
3. Sistem dapat terintegrasi dengan sistem kendali menggunakan PID dan terintegrasi dengan monitoring melalui *Cloud Server* yang terhubung dengan ESP8266.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan proyek akhir ini antara lain :

1. Jumlah sensor harus ditambah, mengingat ukuran rumah kaca yang cukup besar.
2. Dapat ditambahkan sistem pemberian pupuk organik pada tanaman.
3. Mengatur waktu penyiraman pada tanaman secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunardi, "SISTEM PENGATURAN INTENSITAS CAHAYA PADA IKLIM BUATAN DALAM RUMAH KACA (GREEN HOUSE)," 2011. [Online].
- [2] IdCloudHost, "Pengertian Internet of Things (IoT)," 23 Juni 2016. [Online]. Available: <https://idcloudhost.com/pengertian-internet-of-things-iot/>.
- [3] T. T. Saputro, "Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama," 19 April 2019. [Online]. Available:

- <https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/>.
- [4] I. Lab, "Pengertian Sensor LDR, Fungsi Dan Cara Kerja LDR," 27 Februari 2018. [Online]. Available: <http://www.immersa-lab.com/pengertian-sensor-ldrfungsi-dan-cara-kerja-ldr.htm>.
- [5] "Sensor Kelembaban," Juni 2014. [Online]. Available: <http://raninb.blogspot.com/2014/06/sensor-kelembaban.html>.
- [6] "Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo," 19 Maret 2014. [Online]. Available: <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/PengertianMotor-Servo.html>.
- [7] ajie, "Mengukur Suhu Dan Kelembaban Udara Dengan Sensor DHT11 Dan Arduino," 10 Agustus 2016. [Online]. Available: <http://saptaji.com/2016/08/10/mengukur-suhu-dan-kelembaban-udaradengan-sensor-dht11-dan-arduino/>.
- [8] E. Control, "Realisasi Kontrol PID (Proporsional Integral Derivatif) Ke Dalam Bahasa Pemrograman C," 18 April 2011. [Online]. Available: <https://electrocontrol.wordpress.com/tag/pid-diskret/>.
- [9] B. K. Gresik, " BUDIDAYA TANAMAN PETAISI/SAWI (Brassica chinensis L.)," 2 Desember 2013. [Online]. Available: <https://bp4kgresik.wordpress.com/2013/12/02/budidaya-tanamanpetsaisawi-brassica-chinensis-l/>.
- [10] "Apa Itu App Inventor," September 2011. [Online]. Available: <http://indoandroid.blogspot.com/2011/09/apa-itu-app-inventor.html>.