Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Controlling pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT (Internet Of Things)

Nabil Fikri Winaji[1], Indra Dharma Wijaya[2], Elok Nur Hamdana[3]

[1,2,3] Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
[1]fikri.winaji@gmail.com, [2]indra.dharma@polinema.ac.id, [3]elok@polinema.ac.id

***Abstrak*—Jamur tiram merupakan salah satu jenis jamur kayu yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Jamur tiram sangat cocok untuk daerah beriklim tropis. Namun dalam budidayanya para petani jamur kesulitan dalam mengatur kelembaban dan temperatur yang ada pada kumbung jamur secara *realtime*. Untuk mengatasi hal itu diusulkan membuat sistem *monitoring* dan *controlling* pada budidaya jamur tiram berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi kelembapan dan temperatur sebagai sumber data. Perangkat ESP32 yang digunakan untuk mengolah data dan relay yang digunakan untuk mengontrol *output* berupa pompa air, lampu, dan kipas. Metode yang digunakan untuk mengolah data adalah metode *Fuzzy Sugeno* dengan dua parameter utama yaitu kelembapan dan temperatur. Pada 15 kali pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan perhitungan metode *Fuzzy Sugeno* adalah 100%. Sistem ini berhasil melakukan *monitoring* dan *controlling* pada budidaya jamur tiram, sehingga mempermudah petani jamur untuk memantau kelembapan dan temperatur serta melakukan aksi melalui *website* meskipun ketika berada jauh dari tempat budidaya jamur. Setelah mencoba *website* tersebut petani berpendapat bahwa sistem tersebut mampu mempermudah petani dalam proses pembudidayaan jamur tiram.**

Kata kunci— Jamur Tiram, Fuzzy Sugeno,DHT22, ESP32, Internet of Things (IoT).

I. PENDAHULUAN

Jamur tiram merupakan salah satu jenis jamur kayu yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Jamur tiram sangat cocok untuk daerah beriklim tropis. Di Indonesia terdapat banyak hutan tropis sehingga jamur tiram memiliki potensi tumbuh dan berkembang dengan baik. Jamur tiram dapat tumbuh dengan baik pada kisaran temperatur 27-30 °C dan kelembapan 80 – 90 %. Jamur tiram pada umumnya dibudidayakan dalam kumbung jamur. Kumbung jamur berfungsi sebagai pelindung jamur dari paparan sinar matahari secara langsung yang dapat merusak kualitas jamur [1].

Untuk menjaga kelembapan dan temperatur petani jamur tiram harus menyemprotkan air secara manual. Penyemprotan secara manual yang dilakukan oleh petani merupakan hal yang kurang efektif karena kelembapan dan temperatur dalam kumbung jamur tiram tidak tetap dan bisa berubah sewaktu-waktu. Hal inilah yang menyebabkan pertumbuhan jamur tiram bisa terganggu. Salah satu inovasi dalam pengembangan perangkat teknologi yang sedang tumbuh pesat adalah konsep *Internet of Things* (IoT). IoT merupakan sebuah infrastruktur benda – benda fisik yang terhubung dalam sebuah jaringan global, serta memiliki kemampuan komunikasi antar perangkat dan sensor sebagai pengembangan layanannya. Jika konsep ini diterapkan pada kumbung jamur tiram maka akan mempermudah petani untuk mendeteksi kelembapan dan temperatur pada kumbung jamur tiram yang dimilikinya.

Sistem ini menggunakan inputan dari sensor DHT22. DHT22 adalah sensor yang dapat mengukur kelembapan dan temperatur disekitarnya. Dari beberapa inputan tersebut memiliki parameter yang akan digunakan sistem untuk mengolah data. Parameter dari kelembapan yaitu kering (0 – 80%), lembab (70 – 90%), dan basah (80-100%). Parameter dari temperatur yaitu panas (27-35˚C), sejuk (24-30˚C), dan dingin (0-27˚C) [2]. Data dari inputan akan diolah oleh ESP32. Menggunakan metode *Fuzzy Sugeno* untuk menentukan output yang berupa kondisi dari kumbung jamur. Selain itu sistem ini juga bisa monitoring kelembapan dan temperatur pada kumbung jamur melalui browser sehingga petani tidak perlu mengecek kumbung jamur secara langsung. Diharapkan dengan adanya sistem ini dapat membantu petani jamur tiram dalam melakukan monitoring atau controlling kelembapan dan temperatur pada kumbung jamur tiram

II. LANDASAN TEORI

A. Jamur Tiram

Jamur tiram atau *Pleurotus Ostreatus* merupakan jamur yang memiliki ciri umum tubuh buah berwarna putih berbentuk cekung menyerupai cangkang tiram. Pada umumnya ukuran dari tudung jamur tiram mencapai 5cm hingga 20cm. Menunjukkan bentuk dari kumbung/ruang pembudidayaan jamur tiram, media tanam jamur tiram, serta bentuk dari jamur tiram. Alasan mengapa jamur tiram memiliki nama ilmiah *Pleurotus Ostreatus* adalah karena

tubuh jamur tiram memiliki tangkai yang tumbuh menyamping (dalam bahasa latin: *Pleurotus*), dan bentuk tudungnya yang menyerupai tiram (dalam bahasa latin: *Ostreatus*). Sehingga jamur tiram memiliki nama binomial *Pleurotus Ostreatus* [3].

B. *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah kumpulan dari benda – benda yang terhubung satu sama lain melalui sebuah jaringan internet yang mana bisa melakukan sebuah komunikasi secara mandiri tanpa campur tangan manusia. IoT adalah sebuah konsep yang memiliki tujuan untuk melakukan perluasan manfaat dari konektivitas jaringan internet yang terhubung secara terus menerus atau *realtime*. Konsep IoT memiliki kemampuan dasar untuk melakukan berbagi data dan *remote control* yang penerapannya banyak digunakan dalam kehidupan sehari – hari [4].

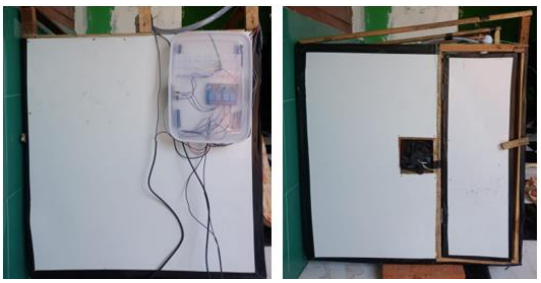
C. *Fuzzy Sugeno*

Teori logika *fuzzy* adalah sebuah metodologi "berhitung" dengan sebuah nilai atau variabel linguistik, yang mana sebagai pengganti dari nilai bilangan. *Inference Fuzzy Sugeno* hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *Fuzzy Sugeno* ini mempunyai output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan Fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier [5].

III. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. *Implementasi Prototype*

Pada *prototype* yang akan digunakan untuk kumbung jamuradalah model dengan ukuran bidang 60 cm x 60 cm x 60 cm yang terbuat dari bahan papan triplek dan kayu reng. Berikut gambar *ptototype*:



Gambar 1 Implementasi Prototype

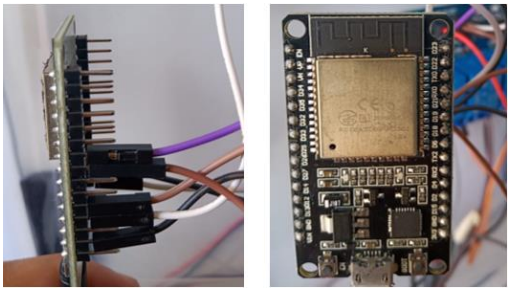
Peletakan komponen sensor, *controlbox*, serta *output* disesuaikan berdasarkan desain sehingga dari perangkat satu ke perangkat lainbisa tersambung dengan baik.

Gambar 2 Output Sistem

Penempatan DHT22 berada pada bagian atas prototype kumbung jamur. Hal ini bertujuan supaya dalam pembacaan sensor bisa membaca kondisi dari berbagai arah. Lampu diletakkan pada bagian atas dan pinggir supaya lampu bisa menerangi dengan maksimal dan tidak terlalu dekat dengan sensor. Sedangkan nozle diletakkan pada atas dan tengah supaya bisa menyemprotkan air secara merata. Sedangkan kipas diletakkan pada samping supaya langsung bisa mendingikan kumbung secara merata.

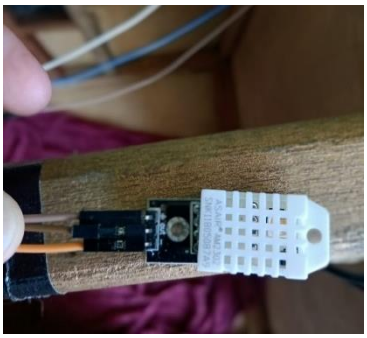
B. *Implementasi Hardware*

Rangkaian pada sensor DHT22 dan *relay* terhubung dengan ESP32 menggunakan kabel jumper. Dan dihubungkan melalui pin yang ada pada ESP32 maupun pada Sensor DHT22 dan *relay*. ESP32 membutuhkan tegangan listrik yang berukuran 5V yang bersumber dari kabel *usb*.



Gambar 3 Rangkaian ESP32

Sedangkan *input* dari sistem membutuhkan pembacaan data dari sensor DHT22 yang digunakan untuk mendeteksi kelembapan dan temperatur yang ada pada *prototype* kumbung jamur. Berikut merupakan gambar dari rangkaian yang ada pada DHT22 :



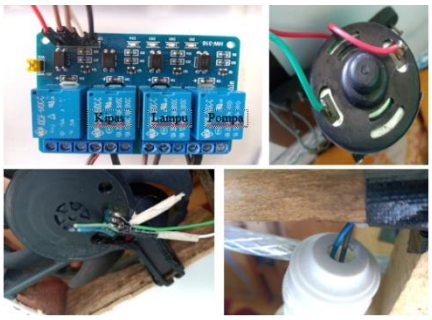
Gambar 4 Rangkaian DHT22

DHT22 memiliki 3 *pin* yaitu *pin* untuk sinyal untuk data kelembapan dan tempertatur, *pin* ground, dan *pin* vin lalu dihubungkan ke ESP32 melalui 3 *pin* yaitu *pin* GPIO18, *pin ground*, dan *pin vin* [6].

Untuk *output* dari sistem hasil olahan data dari ESP32 dikirim ke *relay.Relay* ini bertugas untuk memutus atau memberikan arus listrik kepada *output.* Berikut merupakan gambar dari relay*:*

Gambar 5 Rangkaian Relay

Terdapat 3 output yaitu pompa air, lampu, dan kipas. Rangkaian relay terhubung dengan setiap *output* melalui kabel daya sehingga arus listrik yang mengalir ke pompa air dapat dikontrol sesuai eksekusi kode program pada ESP32. Relay dalam keadaan normal atau *HIGH* tidak mengalirkan listrik *output*. Kemudian apabila sesuai kondisi yang sudah di atur, program akan melakukan eksekusi dan memerintahkan untuk menjankan kondisi relay *LOW* dan relay akan mendistribusikan aliran listrik ke setiap output [7].

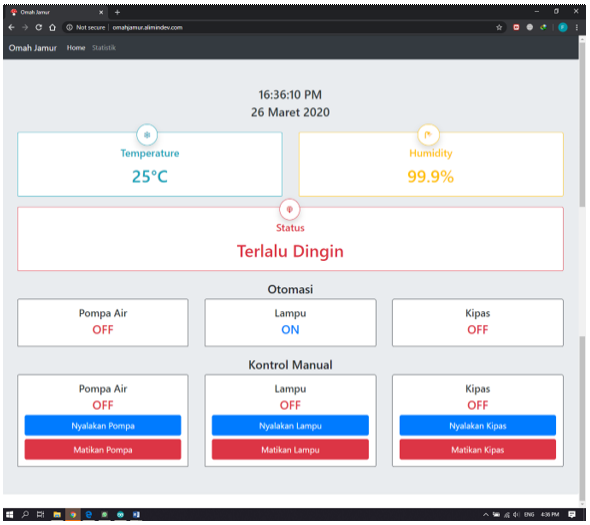


Gambar 6 Rangaian Output

Kabel positif (warna hijau pada kipas dan pompa air, warna biru pada lampu) yang ada pada setiap *output* dihubungkan ke relay seperti yang ada pada gambar 5.6. Sedangkan kabel negatif yang ada pada setiap output dihubungkan dengan tegangan listrik dengan ukuran 12V yang bersumber dari adapter.

C. *Implementasi User Interface*

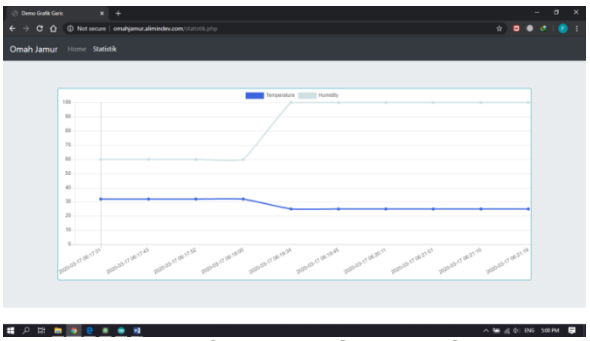
Implementasi dari tampilan *interface* atau *user interface*menggunakan bahasa pemrograman PHP dan dikombinasikan dengan HTML, CSS, JavaScript, dan Boostrap 4 untuk mendukung tampilan dari *interface website*. Terdapat 2 *user interface* pada *website* yaitu 'home' dan 'statistik'. *Website* akan melakukan *update* otomatis dengan cara di *refresh* setiap 3 detik. *Website monitoring* dan *controlling* kumbung jamur tiram dapat diakses melalui *web browser* sebagai berikut:



Gambar 7 Tampilan Website

Pada *tab* 'home' digunakan untuk menampilkan kelembapan dan temperatur saat ini. Kemudian menampilkan hasil *output* dari sistem yang diolah dengan metode *Fuzzy Sugeno*. Terdapat status dari setiap *output*, selain itu juga terdapat *button* yang digunakan untuk mengontrol *output*.

Pada *tab* 'statistik' digunakan untuk melihat statistik kelembapan dan temperatur yang ada pada kumbung jamur tiram. Data yang ditampilkan di *tab* 'statistik' merupakan 10 data terbaru yang masuk ke *database*.



Gambar 8 Tampilan Statistik

D. *Implementasi Fuzzy Sugeno*

Proses perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Sugeno* mengambil data dari kelembapan dan temperatur yang ada pada prototype kumbung jamur, berikut adalah contoh penguraian alur perhitungan menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno* dengan asumsi data kelembapan adalah 80% dan temperatur adalah 29ºC.

1) Fuzzifikasi: Fuzzifikasi merupakan proses pengelompokan data yang bersifat tegas (Crips) kedalam himpunan Fuzzy. Kemudian menyusun domain himpunan Fuzzy dari rentang jangkauan variabel suatu himpunan. Pada penelitian ini proses fuzzifikasi memiliki himpunan keanggotaan dari duainputan yaitu kelembapan dan temperatur. Karena dua parameter inilah yang mempengaruhi tumbuh kembang jamur tiram.

2) Fungsi Implikasi: Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan Fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi Fuzzy. Bentuk umum dari fungsi implikasi adalah IF x adalah A THEN y adalah B.Berdasarkan hasil variabel

linguistik dalam penentuan himpunan Fuzzy, maka diperoleh aturan implikasi sebagai berikut :

3) Komposisi Aturan: Komposisi Aturan digunakan fungsi maksimal (MAX) untuk memperoleh solusi himpunan dengan cara mengambil nilai tertinggi dari setiap proposisi yang telah di evaluasi. Apabila semua proposisi telah di evaluasi, maka akan menghasilkan output yang berisi kesimpulan dari tiap – tiap proposisi.

$$Usf\ [Xi]\ =\ MAX\ (Usf\ [Xi], Ukf\ [Xi]) \qquad (4)$$

Keterangan :

- U_{sf} *[Xi]* : nilai dari solusi fuzzy urutan ke –i.
- U_{kf} *[Xi]* : nilai dari solusi fuzzy urutan ke –i.

Sehingga diperoleh nilai komposisi maksimal adalah sebagai berikut :

Dingin	= MAX (0, 0) = 0
Normal	= MAX (0, 0.33) = 0.33
Panas	= MAX (0, 0.67) = 0.67
Kering dan Dingin	= MAX (0) = 0
Kering	= MAX (0) = 0
Kering dan Panas	= MAX (0) = 0

4) Defuzzifikasi: Defuzzifikasi dalam melakukan penegasan untuk menghasilkan nilai tegas, digunakan rumus dengan cara mencari rata – rata terbobot (Weight Average):

$$WA = \frac{a_1 z_1 + a_2 z_2 + a_3 z_3 + \dots a_i z_i}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots i} \qquad (5)$$

Keterangan :

- a_i : adalah α – predikat ke – i.
- z_i : adalah konsekuensi ke – i.

Sehingga hasil rata – ratanya adalah :

$$WA = \frac{(0x0)+(0.33x1)+(0.67x2)+(0x3)+(0x4)+(0x5)}{0+0.33+06.7+0+0+0} = 1.67 \qquad (6)$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno* dengan input kelembapan 80% dan temperatur 29° C atau nilai linguistik dengan status normal.

E. Pengujian Website

Berdasarkan perencanaan dan pengujian yang sudah dilakukan, fungsi utama dari sistem *website* adalah untuk menampilkan informasi semua data yang telah diolah pada perangkat ESP32. Data tersebut meliputi data kelembapan, temperatur, status kondisi , dan status setiap output. Selain menampilkan *output* pada website diharapkan dapat melakukan kontrol manual pada sistem seperti menyalakan pompa dan sebagainya. Hasilnya berjalan sesuai perencaan sehingga penyajian informasi dapat ditampilkan secara akurat dan tepat dan petani juga dapat melakukan kontrol manual pada *website*.

TABEL 2 PENGUJIAN WEBSITE

No.	DHT22		*WEBSITE*		Sesuai	
	Kelembapan	Temperatur	Kelembapan	Temperatur	Ya	Tidak
1.	25.2	99.9	25.2	99.9	✓	
2.	25.2	99.9	25.2	99.9	✓	
3.	25.2	99.9	25.2	99.9	✓	
4.	25.3	99.9	25.3	99.9	✓	
5.	25.3	99.9	25.3	99.9	✓	
6.	25.3	99.9	25.3	99.9	✓	
7.	25.3	99.9	25.3	99.9	✓	
8.	25.3	99.9	25.3	99.9	✓	
9.	25.3	99.9	25.3	99.9	✓	
10.	25.3	99.9	25.3	99.9	✓	

Hasil pengujian *website* yang telah dilakukan menunjukkan bahwa 10 kali percobaan membandingkan antara pembacaan kelembapan dan temperatur oleh sensor DHT22 dan data yang ditampilankan pada *website* menunjukkan angka yang sama. Hasil dari pengujian nilai akurasi adalah sebagai berikut :

TABEL 6. 1 NILAI AKURASI DATA PADA *WEBSITE*

Jumlah Pengujian	10
Nilai Data Sesuai	10
Nilai Deffuzifikasi Tidak Sesuai	0
Tingkat Akurasi Perhitungan	100 %

F. Pengujian Metode Fuzzy Sugeno

Pada pengujian respon sistem dibuat setiap kondisi yaitu dingin, normal, panas, kering, kering dingin dan kering panas. Hasil pengujian respon sistem Fuzzy Sugeno disajikan dalam tabel berikut :

TABEL 3 PENGUJIAN METODE FUZZY SUGENO

No.	**Kelembapan**	**Temperatur**	**Deffuzifikasi**		**Kondisi**	***Output***		
			Manual	**Sistem**		**Pompa**	**Lampu**	**Kipas**
1.	97	30.5	2	2	Panas			✓
2.	94.9	30.6	2	2	Panas			✓
3.	60	30.5	5	5	Kering dan Panas	✓		✓
4.	60	30.5	5	5	Kering dan Panas	✓		✓

5.	93.9	30.3	2	2	Panas			✓
6.	94	30	2	2	Panas			✓
7.	60	29.8	4.93	4.93	Kering	✓		
8.	60	29.6	4.87	4.87	Kering	✓		
9.	60	25	3.33	3.33	Kering dan Dingin	✓	✓	
10.	60	25	3.33	3.33	Kering dan Dingin	✓	✓	
11.	95.8	28.9	1.63	1.63	Normal			
12.	96.7	28.9	1.63	1.63	Normal			
13.	99.9	25	0.33	0.33	Dingin		✓	
14.	99.9	25	0.33	0.33	Dingin		✓	
15.	99.9	25.2	0.40	0.40	Dingin		✓	

Pengujian pada dilakukan simulasi secara acak beberapa kondisi dengan mengubah nilai variabel yang ada pada ESP32. Berdasarkan dari 15 kali pengujian menghasilkan nilai respon sistem yang sesuai dengan kondisi pada metode Fuzzy Sugeno .Nilai proses deffuzifikasi dari perhitungan metode Fuzzy Sugeno secara manual maupun perhitungan sistem menghasilkan nilai yang sama tanpa selisih. Hasil dari pengujian nilai akurasi metode Fuzzy Sugeno adalah sebagai berikut :

TABEL 4 NILAI AKURASI

Jumlah Pengujian	15
Nilai Deffuzifikasi Sesuai	15
Nilai Deffuzifikasi Tidak Sesuai	0
False Alarm	0
Tingkat Akurasi Perhitungan	100 %

IV. KESIMPULAN

Dari keseluruhan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsep *Internet of Things* (IoT) berhasil diterapkan untuk melakukan *monitoring* dan *controlling* pada kumbung jamur tiram berdasarkan kelembapan dan temperatur.
   a. Sistem dapat melakukan monitoring dan kontrol secara manual pada kumbung jamur tiram menggunakan *website*s ecara *realtime* asalkan terkoneksi dengan internet.
   b. Sistem dapat mengirimkan notifikasi telegram dan memberikan respon atau *output* sesuai kondisi yang terjadi.
2. Metode *Fuzzy Sugeno*berhasil diterapkan pada sistem untuk mengatur kelembapan dan temperature pada kumbung jamur tiram.
   a. Sistem dapat melakukan pendeteksian terhadap beberapa kondisi yang sudah ditentukan yaitu dingin, normal, panas, kering dingin, kering, dan kering panas..
   b. Berdasarkan hasil perhitungan metode *Fuzzy Sugeno* dengan cara manual ataupun menggunakan sistem menunjukkan hasil yang sama sehingga menjadi acuan berhasilnya implementasi metode *Fuzzy Sugeno*.
   c. Hasil pengujian respon sistem dari 15 kali percobaan dengan nilai data sensor yang berbeda menunjukkan hasil 100% sesuai dengan kondisi pada metode *Fuzzy Sugeno*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Pratama, Eka, dkk., “Rancang Bangun Kontrol Suhu dan Kelembapan Pada Kumbung Jamur Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Metode Telemetri,” 2019.

[2] Priyono, Muhammad, dkk., “The controlling and monitoring system in oyster muhroom cultivation using fuzzy logic through web technology integrated with Internet of Things,” 2018.

[3] Dwi Cahyo, Khalid Ali, ”Rancang Bangun Alat Pengondisian Suhu dan Kelembapan Lingkungan Budidaya Jamur Tiram,” 2018.

[4] Samudera, Dody, Ari Sugiharto, “Sistem Peringatan dan Penanganan Kebocoran Gas Flammable Dan Kebakaran Berbasis Internet of Things (IoT),” 2018.

[5] F. Rusdi, “Rancang Bangun Kumbung Jamur Dengan Pengontrolan Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Metode Fuzzy,” 2017.

[6] Adam Arif budiman, Herianto, “Perancangan Aplikasi Monitoring Suhu Pada Ruangan Dmz Berbasis Web Dan Mobile,” 2015.

[7] Christiyono, Yuli., & Somantri, Maman, “Pengontrolan Lampu Melalui Internet Menggunakan Mikrokontroller Arduino Berbasis Android,“ 2016.