



## Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Gedung Walet dengan Mikrokontroler Berbasis *Mobile*

Suti Kurnia Dewi<sup>#1</sup>, Rudy Dwi Nyoto<sup>#2</sup>, Elang Derdian Marindani<sup>\*3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

<sup>1</sup>sutikurniad@gmail.com

<sup>2</sup>rudydn@gmail.com

<sup>\*</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat

<sup>3</sup>elangdm@yahoo.co.id

**Abstrak**— Sarang burung walet merupakan salah satu komoditas ekspor yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi. Suhu dan kelembaban di dalam gedung walet sangat berpengaruh terhadap kualitas dan harga sarang burung walet. Penelitian ini membangun prototipe sistem kontrol suhu dan kelembaban pada gedung walet dengan mikrokontroler berbasis *mobile*. Mikrokontroler berfungsi untuk mengambil data suhu, kelembaban dan kualitas udara kemudian mengirimkannya ke server sehingga pengguna dapat memantau dan mengatur suhu serta kelembaban di dalam gedung walet melalui aplikasi android maupun *website* sistem. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Wemos D1 Mini, sensor suhu dan kelembaban DHT11, sensor kualitas udara MQ135, *water pump* sebagai *supplier* air dan *exhaust fan* sebagai sirkulator udara. Pengujian yang dilakukan terhadap sistem terdiri dari pengujian *hardware* dan *software*. Pada pengujian *hardware*, rangkaian mikrokontroler membutuhkan waktu rata-rata 11 detik untuk mengirimkan data ke server. Sedangkan pada pengujian *software*, rangkaian mikrokontroler membutuhkan waktu rata-rata 3 detik untuk merespon perintah dari perangkat android dan 5 detik untuk perintah dari *website* sistem. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa rancangan prototipe sistem kontrol suhu dan kelembaban pada gedung walet dapat berfungsi dengan baik.

**Kata kunci**— Sarang Burung Walet, Mikrokontroler, Wemos D1 Mini, DHT11, MQ135, Suhu, Kelembaban.

### I. PENDAHULUAN

Sarang walet merupakan salah satu komoditas ekspor yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi [1]. Budidaya sarang burung walet dilakukan dengan membuat gedung-gedung yang menyerupai kondisi pada habitat asli burung walet.

Untuk mendapatkan sarang burung walet yang berkualitas ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan diantaranya adalah mengatur suhu dan kelembaban di dalam gedung walet. Suhu yang sesuai untuk perkembangan sarang burung walet adalah 26 °C sampai 29 °C, sedangkan kelembaban yang sesuai adalah

berkisar antara 75% sampai 95%. Jika suhunya terlalu tinggi dan kelembabannya terlalu rendah maka sarang walet yang dihasilkan akan kering, mudah pecah dan ukurannya relatif kecil. Sedangkan jika suhunya terlalu rendah dan kelembabannya terlalu tinggi, maka sarang walet yang dihasilkan akan berwarna kuning dan basah menyerupai jamur tiram hal ini akan mengakibatkan sarang walet mudah berjamur saat disimpan [1].

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan suhu dan menaikkan kelembaban di dalam gedung walet, diantaranya adalah dengan menyemprotkan air ke dinding bangunan [1]. Untuk mengontrol perangkat yang dapat digunakan untuk menyemprotkan air ke dalam dinding ruangan, tentunya diperlukan waktu yang tidak sedikit, terlebih jika pemilik gedung walet berada di luar bangunan. Beberapa penelitian sebelumnya yang membahas sistem kontrol adalah Sadewa [2] mencoba mengimplementasikan Mikrokontroler pada sistem kontrol peralatan listrik dan monitoring rumah berbasis *website*. Kemudian peneliti lainnya seperti Ichwan, dkk [3] dengan menggunakan Platform Android, peneliti membangun sebuah prototipe sistem pengendalian peralatan listrik jarak jauh dengan menggunakan perangkat Android.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka munculah sebuah ide untuk membuat sistem yang dapat mengontrol suhu dan kelembaban di dalam gedung walet. Penelitian ini menggunakan *water pump* sebagai penyemprot air, *exhaust fan* sebagai sirkulator udara, sensor DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban, sensor MQ135 sebagai sensor kualitas udara dan modul Wemos D1 Mini sebagai mikrokontroler.

### II. TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Mengenal Burung Walet

Walet berasal dari famili Apodidae, penyebarannya hampir di seluruh dunia kecuali Benua Antartika dan Australia. Burung-burung dari famili Apodidae sering disebut Micropodidae, berasal dari bahasa latin yang berarti “berkaki

kecil". Hal ini sesuai dengan bentuk kakinya yang kecil dan lemah, sehingga tidak dapat digunakan untuk bertengger. Sebutan lainnya adalah swift, yakni julukan bagi burung yang mampu terbang dengan kecepatan mencapai 100 km/jam [1]. Sarang walet adalah komoditi yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Namun dalam pengembangbiakannya sulit dilakukan karena membutuhkan strategi dan penanganan khusus. Salah satu komponen penting yang harus diperhatikan adalah kondisi ideal rumah walet yang harus menyerupai habitat aslinya [4].

Indonesia merupakan negara yang menghasilkan sebagian besar sarang burung walet di dunia, kemudian diikuti beberapa negara Asia Tenggara dan Asia Selatan seperti Thailand, Vietnam, Singapura, Myanmar, Malaysia, India dan Srilangka. Adapun negara tujuan ekspor sarang burung walet terbesar adalah Negara Hongkong, yang ditandai dengan semakin meningkatnya dari tahun ke tahun sejak tahun 1994. Dari Hongkong, sarang burung walet kemudian disebarkan ke seluruh dunia antara lain Eropa, Amerika, Afrika dan Asia Tengah. Sedangkan negara konsumsi sarang burung walet terbesar adalah Negara Cina [5].

Produksi sarang burung walet tergantung pada pakan yang dikonsumsi, jika pakan yang dikonsumsi walet banyak, maka kelenjar walet akan menghasilkan air liur yang berlimpah. Sarang yang dibuat walet digunakan untuk menetap, berkembang biak, merawat, dan membesarkan anaknya[6].

### B. Persyaratan Gedung Walet

Produksi sarang Burung Walet dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah faktor kondisi lingkungannya. Lingkungan Burung Walet terdiri dari habitat mikro dan habitat makro[7]. Kondisi Gedung walet dibuat semirip mungkin dengan kondisi habitat aslinya sehingga walet mau tinggal di dalamnya[8].

Berikut adalah beberapa elemen penting yang mendukung terciptanya habitat mikro pada budidaya walet.[1]

#### 1) Suhu

Menurut para konsultan walet, suhu ideal di dalam gedung walet berkisar antar 26 °C - 29 °C. Suhu tersebut dapat tercipta jika ketebalan dinding, ketebalan atap, lebar ruangan dan jumlah ventilasi yang ada pada gedung walet tertata dengan baik.

#### 2) Kelembaban

Kelembaban yang ideal bagi gedung walet adalah 75-95%. Kelembaban yang terlalu tinggi biasanya menyebabkan kadar air di dalam sarang walet meningkat dan berwarna kekuningan. Sebaliknya, jika kelembabannya terlalu rendah (50-70%) dapat menyebabkan sarang retak-retak, bentuk tidak sempurna dan tipis.

#### 3) Pencahayaan

Meskipun terkadang sarang walet ditemukan di tempat yang agak terang, namun jika diamati maka sarang yang dihasilkan mutunya tidak sebaik yang dihasilkan dari tempat agak gelap. Sarang yang berasal dari tempat agak terang biasanya bentuknya tidak sempurna dan tipis.

### C. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu rangkaian terintegrasi (IC) yang bekerja untuk aplikasi pengendalian. Meskipun mempunyai bentuk lebih kecil dari komputer pribadi dan *mainframe*, mikrokontroler dibangun dengan elemen-elemen yang sama. Mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan, artinya bagian utama dari sistem otomatis / terkomputerisasi adalah program yang di dalamnya dibuat oleh *programmer*[9].

Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa *port* masukkan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi [10].

### D. Wemos D1 Mini

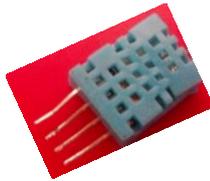
Wemos merupakan salah satu modul board yang dapat berfungsi dengan arduino khususnya untuk project yang mengunakan konsep IoT. Wemos dapat running stand-alone karena sudah terdapat CPU yang dapat diprogram melalui serial port atau via OTA serta transfer program secara wireless[11]. Wemos D1 mini adalah sebuah modul WiFi berbasis ESP8266[12]. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3V dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (keduanya). Modul ESP8266 juga dilengkapi dengan prosesor Tensilica's L106 Diamond series 32-bit, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang digunakan. Modul Wemos D1 Mini memiliki 11 pin digital input/output, 1 analog pin input, clock speed 80 Mhz dan flash 4 Mbytes[13]. Gambar wemos D1 Mini dapat dilihat pada Gambar. 1 [14].



Gambar. 1 Wemos D1 Mini

### E. Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban yang memiliki output sinyal digital yang telah terkalibrasi. Koefisien kalibrasinya telah di program ke dalam OTP memori. Koefisien tersebut digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran. DHT11 menggunakan single write serial interface yang cukup cepat dan mudah. Ukuran sensor kecil, kebutuhan dayanya rendah dan mampu mentransmisi output dalam jarak 20 meter [15]. Gambar DHT11 dapat dilihat pada Gambar. 2 [3].



Gambar. 2 Sensor DHT11

F. Sensor MQ135

Sensor MQ135 merupakan sensor untuk mengukur kualitas udara. Sensor ini sensitif terhadap benzena, alkohol dan asap[10]. Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistansi analog di pin keluarannya. Sensor ini bekerja pada tegangan 5 Volt dan menghasilkan sinyal keluaran analog. Sensor MQ135 memiliki *range* pembacaan 990 Ppm (10-1000) [13]. Gambar. 3 merupakan gambar sensor MQ135[16].



Gambar. 3 Sensor MQ135

G. Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang dikendalikan oleh arus listrik. Secara prinsip kerja, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan mendapat tarikan medan magnet yang dihasilkan dari solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus tidak diterima solenoid maka gaya magnet akan hilang, dan saklar akan kembali terbuka.

Susunan kontak pada relay :

- a. Normally Open : saklar dari relay yang dalam keadaan normal (relay tidak diberi tegangan) tidak terhubung dengan common.
- b. Normally Close : saklar dari relay yang dalam keadaan normal (relay tidak diberi tegangan) terhubung dengan common.

Relay berfungsi sebagai output. Dimana relay mendapatkan input dari pin output IC ULN2803APG, yang member logika 1 (high) apabila IC ULN2803APG mendapatkan input dari pin GPIO bernilai 1 (high) sehingga relay dalam kondisi NC (Normally close). Begitu juga sebaliknya[17]. Gambar 4 merupakan contoh *relay 4 channel* [18].

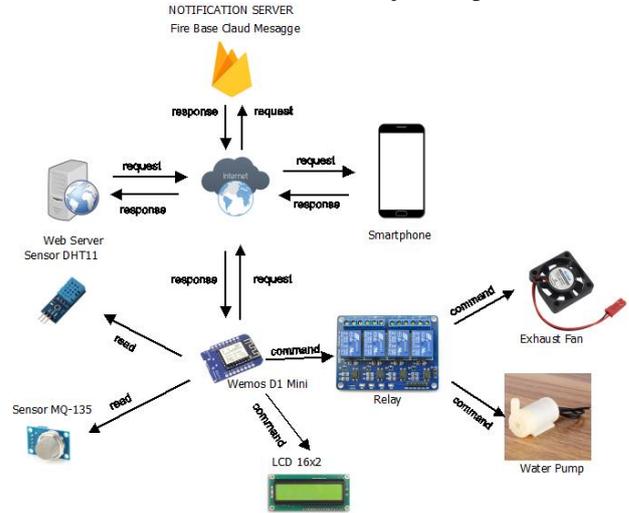


Gambar. 4 Relay 4 Channel

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Arsitektur Sistem

Desain arsitektur sistem akan ditunjukkan pada Gambar. 5.

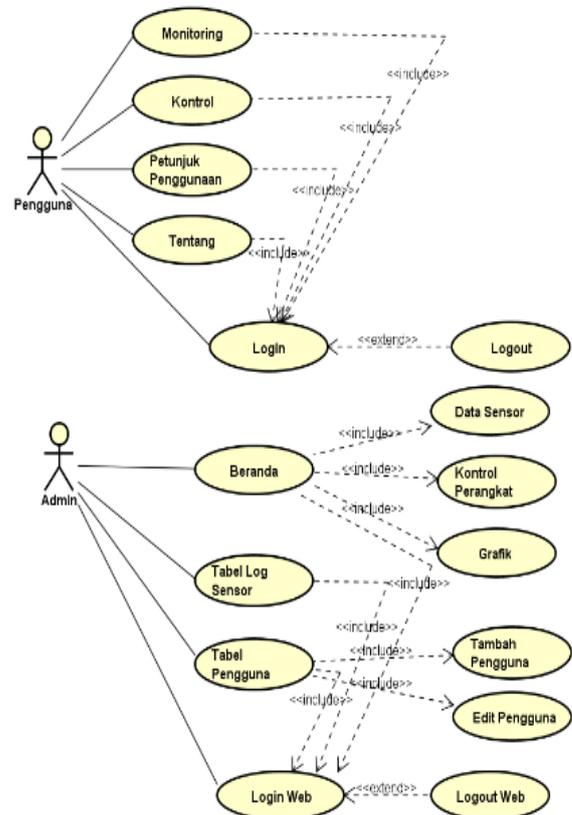


Gambar. 5 Arsitektur Sistem

Pengguna dapat memantau suhu, kelembaban dan kualitas udara, mengontrol *waterpump* dan *exhaust fan* melalui *smartphone* maupun memperoleh notifikasi bila terjadi kondisi suhu, kelembaban dan kualitas udara yang tidak wajar.

B. Use Case Diagram

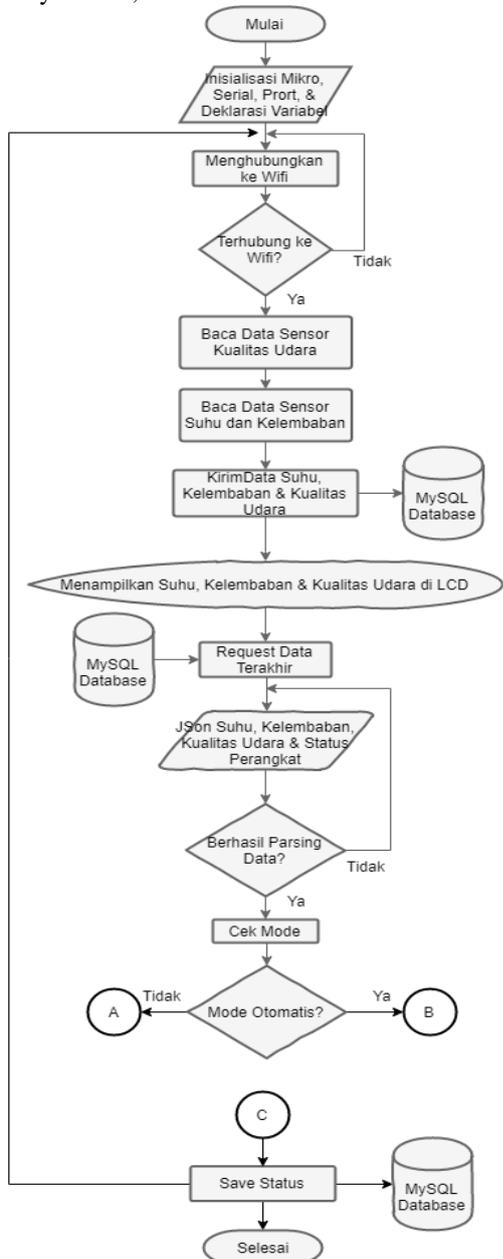
Use case diagram aplikasi diperlihatkan pada Gambar. 6.



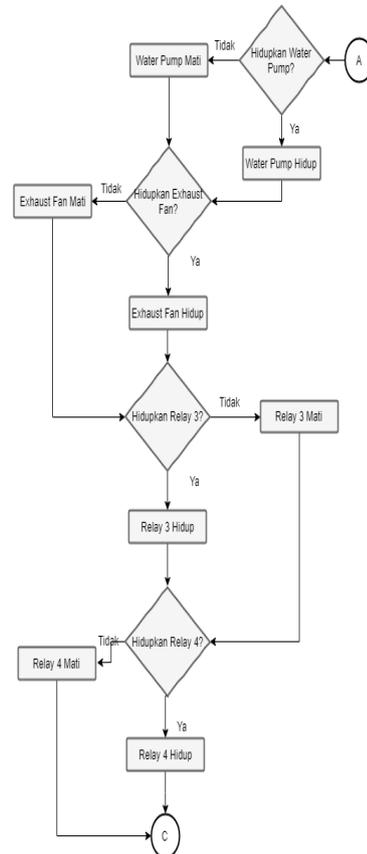
Gambar 6 Use Case Diagram Sistem

C. Diagram Alir Pada Mikrokontroler

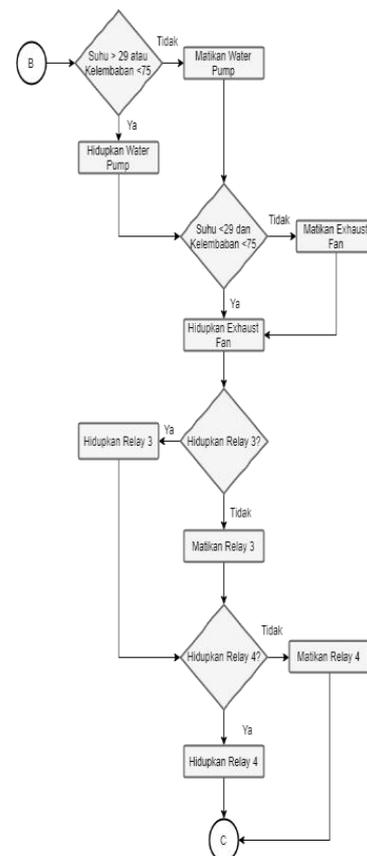
Diagram alir program pada Wemos D1 Mini sebagai mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar. 7. Yang terdiri dari tiga bagian yaitu 7.a, 7.b dan 7.c.



Gambar 7.a Flowchart Program Pada Wemos D1 Mini bagian 1



Gambar 7.b Flowchart Program Pada Wemos D1 Mini bagian 2



Gambar 7.c Flowchart Program Pada Wemos D1 Mini bagian 3

D. Pengujian Sistem

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian *hardware* rangkaian mikrokontroler dan pengujian *software*. Pengujian *software* menggunakan metode *Black Box* dan kompatibilitas aplikasi.

IV. HASIL IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Rangkaian Hardware Wemos D1 Mini

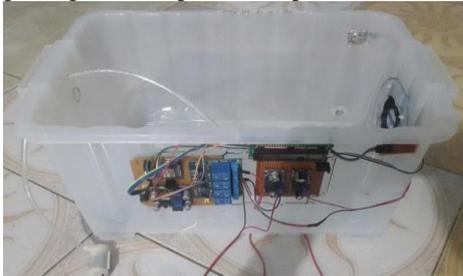
Hasil rangkaian pada mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Rangkaian *Hardware* Wemos D1 Mini

Gambar 8 merupakan hasil rangkaian Wemos D1 Mini, Sensor DHT11, Sensor MQ135, I2C LCD, *Relay*, *Step Down Converter* dan *Socket DC Power* yang telah dirangkai di atas papan PCB.

Hasil implementasi rangkaian Wemos D1 Mini ke dalam prototipe gedung walet dapat dilihat pada Gambar 9.

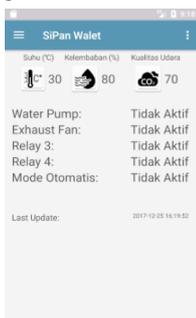


Gambar 9 Prototipe Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban

Pada Gambar 9, Rangkaian Wemos D1 Mini diimplementasikan ke Kotak berbahan plastik dengan ukuran 40x27x22 cm. *Water Pump* yang digunakan adalah *Water Pump* dengan tegangan DC 6 Volt dan *Exhaust Fan* yang digunakan adalah *Exhaust Fan* dengan tegangan DC 12 Volt.

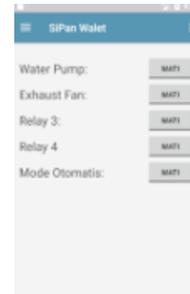
B. Antarmuka Aplikasi Android

Hasil rancangan antarmuka aplikasi android yang dibuat dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Antarmuka Halaman Utama Aplikasi

Gambar 10 merupakan tampilan Halaman Utama pada Aplikasi Android, halaman ini menampilkan nilai Suhu, Kelembaban, Kualitas Udara, Status Perangkat, dan Waktu terakhir yang tersimpan di server . Pada bagian Kanan Atas, terdapat menu *Logout* yang akan muncul jika ikon titik tiga di klik.

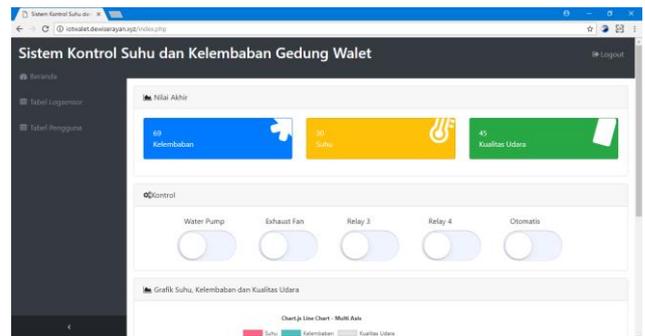


Gambar 11 Antarmuka Halaman Kontrol Perangkat

Gambar 11 adalah gambar halaman Kontrol Perangkat di Aplikasi Android. Melalui halaman ini, pengguna dapat menghidupkan dan mematikan perangkat serta memilih mode pengoperasian sistem.

C. Antarmuka Website Sistem

Hasil rancangan antarmuka pada *website* sistem dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12 Antarmuka Halaman Utama Website Sistem

Gambar 12 adalah gambar Halaman Utama *Website* Sistem. Pada halaman ini, Pengguna dapat melihat nilai Suhu, Kelembaban dan Kualitas Udara. Selain itu, Pengguna juga dapat mengontrol perangkat dan memilih mode pengopersian sistem.



Gambar 13 Antarmuka Grafik di Halaman Utama Website Sistem

Gambar 13 merupakan tampilan grafik Suhu, Kelembaban dan Kualitas Udara terhadap waktu. Garis Merah menandakan Suhu, Hijau menandakan Kelembaban dan Hitam menandakan Kualitas Udara.

D. Hasil Pengujian

1) Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Pada Tabel 1, memperlihatkan hasil pengujian pada rangkaian mikrokontroler, pemberian perintah dari Aplikasi Android serta melalui Website Sistem.

Tabel 1  
Tabel Hasil Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

No	Perangkat	Kompetensi	Hasil	Keterangan
1	Wemos D1 Mini	Terhubung ke jaringan wifi yang telah ditentukan	Berhasil	Terhubung ke jaringan wifi "MyBolt"
2	DHT11	Membaca nilai suhu dan kelembaban	Berhasil	Nilai suhu dan kelembaban ditampilkan pada LCD
3	MQ135	Membaca kualitas udara	Berhasil	Nilai kualitas udara ditampilkan pada LCD
4	Wemos D1 Mini	Meng-upload data hasil pembacaan sensor ke server	Berhasil	Data hasil pembacaan sensor tersimpan di server
5	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan water pump dari aplikasi mobile	Berhasil	Water pump hidup
6	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan exhaust fan dari aplikasi mobile	Berhasil	Exhaust fan hidup
7	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan relay 3 dari aplikasi mobile	Berhasil	Relay 3 hidup
8	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan relay 4 dari aplikasi mobile	Berhasil	Relay 4 hidup
9	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan mode otomatis dari aplikasi mobile	Berhasil	Sistem berjalan dengan mode otomatis
10	Wemos D1 Mini	Merespon perintah mematikan mode otomatis dari aplikasi mobile	Berhasil	Sistem berjalan dengan mode manual, water pump dan exhaust fan hidup
11	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan water pump dari website system	Berhasil	Water pump hidup
12	Wemos D1 Mini	Merespon perintah mematikan water pump dari website system	Berhasil	Water pump mati
13	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan exhaust fan dari website system	Berhasil	Exhaust fan hidup
14	Wemos D1 Mini	Merespon perintah mematikan exhaust	Berhasil	Exhaust fan mati

No	Perangkat	Kompetensi	Hasil	Keterangan
		fan dari website sistem		
15	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan relay 3 dari website system	Berhasil	Relay 3 hidup
16	Wemos D1 Mini	Merespon perintah mematikan relay 3 dari website sistem	Berhasil	Relay 3 mati
17	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan relay 4 dari website sistem	Berhasil	Relay 4 hidup
18	Wemos D1 Mini	Merespon perintah mematikan relay 4 dari website sistem	Berhasil	Relay 4 mati
19	Wemos D1 Mini	Merespon perintah menghidupkan mode otomatis dari website sistem	Berhasil	Sistem berjalan dengan mode otomatis
20	Wemos D1 Mini	Merespon perintah mematikan mode otomatis dari website sistem	Berhasil	Sistem berjalan dengan mode manual

2) Pengujian Robustness Testing

Pengujian Robustness Testing dilakukan pada proses input yaitu saat login melalui Aplikasi Android. Hasil pengujian Robustness Testing dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2  
Tabel Pengujian Robustness Testing

Masukan	Contoh Data	Hasil Eksekusi	Keterangan
Data Kosong	Username		Gagal Username dan password tidak boleh kosong!
	Password		
	Password		
Username salah	Username	dgghj	Gagal Gagal Log In, Username atau Password Salah!
	Password	1234	
	Password	12345	
Username dan Password salah	Username	12345	Gagal Gagal Log In, Username atau Password Salah!
	Password	dewi	
Username dan Password benar	Username	dewi	Berhasil Berhasil Log In, Selamat Datang!!!
	Password	1234	

V. PEMBAHASAN

Dari pengujian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa, hasil pengujian kompatibilitas menunjukkan aplikasi dapat berjalan lancar di *smartphone* android dengan sistem operasi versi Kitkat, Lollipop, Marshmallow dan Nougat. Tampilan pada setiap perangkat dapat berbeda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ukuran, resolusi layar, serta *costum room* atau *costum display* yang terdapat pada perangkat itu sendiri

Waktu yang dibutuhkan oleh rangkaian mikrokontroler dari mulai dihidupkan sampai stabil rata-rata adalah 1 menit, hal ini dikarenakan sensor MQ135 memerlukan waktu lebih lama untuk "preheat"

Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk upload data ke server adalah 11 detik, hal ini dikarenakan jeda waktu pengambilan data dari sensor adalah 10 detik sedangkan sisa waktu 1 detiknya untuk upload data ke server, sehingga waktu autoreload website sistem di-setting per 10 detik yang mengakibatkan respon mikrokontroler terhadap perintah dari website sistem menjadi lebih lambat

Semakin sedikit jeda waktu antara pengambilan data dari sensor sampai upload data ke server maka akan semakin baik karena datanya akan bersifat real time

Rangkaian mikrokontroler rata-rata membutuhkan waktu 3 detik untuk merespon perintah dari aplikasi android dan 5 detik untuk merespon perintah dari website sistem, jeda waktu yang terjadi dipengaruhi oleh koneksi internet pada perangkat pengguna dan kestabilan server sistem.

## VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan hasil analisis prototipe sistem kontrol suhu dan kelembaban pada gedung walet berbasis mobile, dapat disimpulkan bahwa :

1. sistem yang dirancang dapat memantau suhu, kelembaban dan kualitas udara.
2. sistem yang dirancang dapat mengontrol water pump, exhaust fan, relay 3 dan relay 4 melalui aplikasi android dan website sistem sehingga dapat digunakan untuk mengatur suhu dan kelembaban
3. sistem yang dirancang dapat mengontrol water pump dan exhaust fan secara otomatis maupun manual
4. jeda waktu rata-rata antara menekan tombol untuk mengontrol perangkat dengan respon sistem adalah 3 detik jika melalui aplikasi android dan 5 detik jika melalui website sistem
5. berdasarkan hasil pengujian kompatibilitas aplikasi dapat berjalan lancar di android dengan sistem operasi versi Kitkat, Lollipop, Marshmallow dan Nougat.

## REFERENSI

- [1] Redaksi Agro Media. 2009. Buku Pintar Budidaya dan Bisnis Walet. Jakarta: Agromedia Pustaka
- [2] Luanda Sadewa Harry. 2015. Implementasi Mikrokontroler pada Sistem Kontrol Peralatan Listrik dan Monitoring Rumah Berbasis Website. Skripsi. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- [3] Ichwan, Muhammad., Husada, Milda Gustiana., Rasyid, M. Iqbal Ar. 2013. Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik ada Platform Android. Jurnal Informatika. Vol. 4 (1). Hlm 13-25.
- [4] Indra S.; Dedi T. dan Ikhwan R. 2015. Sistem Kendali Suhu, Kelembaban dan Level Air Pada Pertanian Pola Hidroponik. Jurnal Coding Sistem Komputer Untan. Vol.3(1). Hlm.1-10
- [5] Andri Atmoko, Rachmad. 2013. Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu dan Kelembaban Ruang pada Rumah Walet Berbasis Android, Web dan SMS. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan (SEMANTIK 2013). ISBN: 979-26-026606
- [6] Yuniarti, Vina; Yurishintae, Erlinda; Maswadi. 2013. Analisis Kelayakan Finansial Usaha Sarang Burung Walet (*Collocalia fuciphaga*) Di Kecamatan Matan Hilir Selatan Kabupaten Ketapang. Jurnal Agribisnis 2013
- [7] Ayuti Turaina; Garnida Dani dan Yudha Asmara Indrawati. 2016. Identifikasi Habitat dan Produksi Sarang Walet (*Collocalia fuciphaga*) Di Kabupaten Lampung Timur. (n.d). September 23, 2017. jurnal.unpad.ac.id/ejournal/article/download/10264/4677
- [8] Herni Setiawan Theresita. 2013. Studi Penelitian Pembangunan Rumah Walet Rajaluku Propinsi Bandar Lampung. Jurnal Teknik Sipil Vol. 12 No. 2, April 2013 : 86-97
- [9] Iswanto. 2008. Belajar Mikrokontroler AT89S51 Dengan Bahasa C. Yogyakarta: CV. Andi Offset
- [10] Technical Data MQ-135 Gas Sensor. (n.d.). Agustus 28, 2017. <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf>
- [11] Daniel L.A.; A.I. Chandra dan S.W. Mudjanarko. 2017. Manajemen Data Lalu Lintas Kendaraan Berbasis Sistem Internet Cerdas Ujicoba Implementasi Di Laboratorium Universitas Kadiri. Seminar Nasional dan Teknologi 2017. p-ISSN : 2407-1846, e-ISSN: 2460-8416
- [12] Khalif, M., Syauby, D., & Maulana, R. Pengembangan Sistem Penghitung Langkah Kaki Hemat Daya Berbasis Wemos D1 Mini. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 2, No. 6, p. 2211-2220, sep. 2017. ISSN 2548-964X. <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/1567>
- [13] Seto Agustinus, Arifin Zainal dan Maharani Septya. 2015. Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban pada Miniatur Greenhouse Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8. Prosiding Seminar Tugas Akhir FMIPA UNMUL 2015 Periode Juni 2015, Samarinda , Indonesia. ISBN: 978-602-72658-0-6
- [14] Nurul Rahmawati D; Siradjuddin I. dan Anggaheny I.B. 2017. Participatory Air Quality Sensing Menggunakan Wireless Multisensor dan K-Means Clustering. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2017. Vol.01. No.01 . ISSN: 2581-0049 Hlm. 109-114
- [15] Fikri, Rausan. 2015. Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Permukaan Air Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA328P Berbasis Web Service. Skripsi. Pontianak: Universitas Tanjungpura
- [16] Aritha Sebayang M. 2017. Stasiun Pemantau Kualaitas Udara Berbasis Web. Journal of Informatics and Telecommunication Engineering. JITE, Vol. 1(1) Juli 2017 Hlm. 24-33
- [17] Kowa K.D. Alfianto E. dan Nurmuslimah. 2015. Kontrol Suhu Pada Prototipe Rumah Budidaya Burung Walet Tradisional Berbasis Mikrokontroler ATmega16 Menggunakan Sensor Dht11. Hlm. 345-351.
- [18] Dwi Nanda Melgisaputra. 2015. Sistem Pengontrolan Peralatan Listrik secara Online Menggunakan Sensor Gerak (Studi Kasus PT.Capella Dinamik Nusantara Riau). SATIN- Sains dan teknologi Informasi Vol.1 No. 2 , Desember 2015