



Perancangan *Embedded System* untuk Kendali Rumah Burung Walet Berbasis ATmega8

Wahyu Ramadhani Gusti^{#1}, Masduki Zakarijah^{#2} Umi Rochayati^{#3}

[#]Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo No. 1, Yogyakarta, DI Yogyakarta

¹wahyuramadhani.2021@student.uny.ac.id

²masduki_zakaria@uny.ac.id

³umi@uny.ac.id

Abstrak— Burung walet merupakan burung pemakan serangga dengan sayap meruncing, memiliki ekor panjang, berwarna hitam dan tubuh bawahnya berwarna coklat. Hal yang sangat bermanfaat dari burung walet yaitu sarangnya dapat menjadi obat-obatan bagi manusia. Burung walet berkembang biak di daerah yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi. Unsur kelembaban dan suhu adalah faktor berkembang biaknya spesies atau populasi burung walet. Penelitian ini merupakan perancangan *embedded system* untuk kendali rumah burung walet adaptif berbasis ATmega8. Proses perancangan sistem dilakukan dengan menganalisis kebutuhan di lapangan, membuat desain, mengembangkan, implementasi, dan evaluasi. Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ATmega8, sensor DHT11, Real Time Clock (RTC), modul audio, *humidifier* sebagai pelembab ruangan, *mini fan* untuk sirkulasi udara, dan LED untuk mencegah hama predator. ATmega8 dipilih karena bentuk yang minimalis dan biaya yang rendah sehingga lebih prospek untuk proksi massal. Pada pengujian, hampir seluruh kompetensi penilaian berhasil tercapai, kecuali pada *peltier kit*. Secara keseluruhan, sistem dapat beroperasi otomatis sesuai yang diinginkan dan berfungsi dengan baik.

Kata kunci— Burung Walet, ATmega8, DHT11, Real Time Clock, Suhu, Kelembaban, Modul Suara

I. PENDAHULUAN

Burung walet (*collocalia*) merupakan burung pemakan serangga dengan sayap meruncing, memiliki ekor panjang, berwarna hitam dan tubuh bawahnya berwarna coklat. Hal yang sangat bermanfaat dari burung walet yaitu sarangnya dapat menjadi obat-obatan bagi manusia. Habitat burung ini berasal dari samudera Hindia lalu migrasi melalui Australia Utara dan Asia Tenggara hingga Samudera Pasifik [1]. Perkembangbiakan burung walet berada di daerah yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi. Unsur kelembaban adalah faktor berkembang biaknya spesies atau populasi burung walet. Suhu yang sesuai pada iklim tropis juga menjadi aspek penting untuk keberlangsungan hidup burung walet [2].

Umumnya burung walet bertempat tinggal di dalam goa yang memiliki suhu yang dingin dan kelembaban yang tinggi. Suhu yang sesuai untuk perkembangbiakan burung walet berdasarkan iklim tropis yaitu 26°C sampai 29°C. Kelembaban yang sesuai yaitu berkisar 75%RH sampai 95%RH. Suhu terlalu tinggi yang melewati 30°C membuat anakan walet rentan mati atau berpindah tempat tinggal. Hal tersebut berlaku juga bagi kelembaban yang rendah. Suhu dan kelembaban yang tidak sesuai juga membuat produktivitas sarang walet yang berasal dari air liurnya akan kering, berjamur, berwarna mudah rusak, atau ukuran yang relatif kecil [3]. Kekurangan tersebut membuat nilai jual sarang walet jadi menurun.

Selain suhu dan kelembaban, hama atau predator burung walet juga perlu diantisipasi. Contohnya yaitu kelelawar yang banyak hidup di dalam goa atau tempat yang gelap [4]. Hama tersebut dapat membuat koloni walet terancam sehingga mencari tempat baru dan beberapa koloni menjadikan rumah yang kosong dengan suhu dan kelembaban yang hampir sama dengan goa menjadi tempat tinggalnya.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem yang dapat menjaga kenyamanan burung walet di dalam RBW (Rumah Burung Walet). Proses perancangan sistem dilakukan dengan menganalisis kebutuhan di lapangan, membuat desain, mengembangkan, implementasi, dan evaluasi. Sistem ini berfungsi untuk menjaga suhu dan kelembaban yang sesuai, kendali untuk mencegah hama predator, dan otomatisasi sistem suara walet. Sistem suara ini terbagi menjadi tiga yaitu suara panggil, suara tarik, dan suara inap.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Burung Walet

Walet merupakan burung dengan sayap meruncing, berekor panjang, dan berwarna hitam. Bentuk burung walet hampir sama dengan burung sriti sehingga orang-sering salah kaprah antara keduanya. Burung walet tergolong ke dalam famili *Apodidae* atau sering disebut micropodidae

(bahasa latin) yang berarti berkaki kecil. Bentuk kaki yang kecil dan lemah sehingga kakinya tidak dapat digunakan untuk bertengger [3]. Hal ini yang membedakan dengan burung sriti yang dapat bertengger. Burung walet menghasilkan sarang yang tinggi protein sehingga dapat dikonsumsi oleh manusia.

Sarang burung walet terbuat dari rajutan air liurnya yang berbentuk mangkok. Terdapat 4 spesies saja dari 24 spesies burung walet yang dibentuk dengan air liurnya dan dapat dikonsumsi manusia. Spesies tersebut adalah *Collocalia unicolor*, *Collocalia germanis*, *Collocalia maxima*, dan *Collocalia fuchiphaga* [5]. Sarang walet terbanyak yang diperdagangkan berasal dari spesies *Collocalia maxima* (sarang hitam) dan *Collocalia fuchiphaga* (sarang putih) [6]. Sarang walet merupakan komoditi dengan nilai ekonomis yang tinggi karena kaya akan protein.

Indonesia memiliki populasi burung walet yang sangat banyak. Urutan pertama sebagai eksportir dan produsen sarang walet di dunia diduduki oleh Indonesia. Sarang walet berharga sangat tinggi dan dapat dipanen beberapa kali dalam setahun tergantung banyaknya populasi burung walet. Semakin banyak populasi burung, semakin sering memanen sarang burungnya. Burung walet membentuk sarang di dalam gua atau rumah kosong dengan kelembaban tinggi dan intensitas cahaya rendah hingga gelap. Sarang ini menempel di langit-langit, sirip, atau dinding yang menjadi tempat beristirahat dan berkembang biak burung walet [6].

B. Rumah Burung Walet (RBW)

Rumah Burung Walet merupakan sebuah rumah yang menjadi tempat tinggal, berkembang biak, dan membuat sarang walet. Umumnya burung walet bertempat tinggal di dalam goa yang memiliki suhu yang dingin dan kelembaban yang tinggi. Tetapi penghuni goa bukan hanya burung walet saja, banyak spesies lain yang menghuni goa dan menjadi ancaman bagi burung walet seperti kelelawar, burung hantu, dan lain-lain. Hal tersebut membuat koloni walet mencari tempat baru dan beberapa koloni menjadikan rumah yang kosong dengan suhu dan kelembaban yang hampir sama dengan goa menjadi tempat tinggalnya.

Selain mencegah dari bahaya hama predator, rumah burung walet sebagai tempat penangkaran juga memiliki tujuan untuk menjaga atau meningkatkan kualitas sarang walet. Kualitas sarang yang bagus dapat meningkatkan penghasilan masyarakat dari penangkaran burung walet [7]. Rumah penangkaran burung walet hendaknya mendukung beberapa syarat minimal kenyamanan dalam budidaya walet. Syarat tersebut tersebut yaitu mencakup suhu, kelembaban, dan Pencahayaan [3]. Salah satu contoh rumah burung walet sebagaimana diperlihatkan pada Gambar. 1.



Gambar. 1 Rumah burung walet

1. Suhu

Suhu ideal rumah burung walet menurut para konsultan walet adalah 26°C - 29 °C. Demi terciptanya suhu ideal RBW, perlu memperhatikan ketebalan dan material dinding, model pemasangan atap, lebar dan tinggi ruangan, serta jumlah ventilasi khusus yang harus ditata dengan baik. Sinar matahari yang memengaruhi suhu tersebut, sehingga arah terbit dan terbenam matahari juga perlu diperhatikan.

2. Kelembaban

RBW memiliki kelembaban yang ideal bagi kenyamanan burung walet berkisar 75–95%RH. Kelembaban ruangan yang tinggi dapat berpengaruh terhadap sarang walet, membuat kadar air sarang meningkat dan berwarna kekuningan. Sebaliknya, kelembaban ruangan yang terlalu rendah menyebabkan bentuk sarang tidak sempurna, terlalu kering, dan retak-retak. Oleh karena itu kelembaban yang ideal pada rumah burung walet perlu dipertahankan.

3. Pencahayaan

Intensitas cahaya dalam rumah burung walet perlu diperhatikan karena mempengaruhi kualitas sarang walet. Intensitas cahaya merupakan besaran pokok dalam mengukur daya pancaran cahaya per satuan sudut [8]. Sarang yang berasal dari tempat dengan tingkat intensitas cahaya rendah biasanya lebih berkualitas dibandingkan dengan sarang dari tempat agak terang (bentuk tidak sempurna dan tipis).

C. Embedded System

Embedded system (sistem tertanam) adalah sistem pemrosesan informasi yang ditanam ke dalam suatu produk tertentu. Teknologi ini mulai menjadi populer digunakan karena memiliki beberapa kelebihan. Komponen komputasi pada sistem ini memiliki banyak macam mikrokontroler yang dapat digunakan sesuai kebutuhan spesifikasi seperti penggunaan IC ATmega, Arduino, IC Intel, dan sebagainya [9]. Pengaplikasian sistem tertanam yang sering kita jumpai yaitu pada mobil, motor, peralatan elektronik rumah tangga, dan pesawat terbang. Sistem tertanam memiliki keunggulan hemat energi dan biaya, pewaktu *real-time*, serta *multi-mode operation* [10].

1. Hemat Energi Dan Biaya

Sistem tertanam biasanya menggunakan sumber energi dari baterai atau dengan energi dengan rangkaian pembatas. Oleh karena itu, efisiensi energi merupakan suatu keharusan dalam desain sistem tertanam modern. Teknik yang populer menurut Ahmed [11] untuk mengurangi konsumsi energi adalah dengan memanfaatkan teknologi *Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS)* dengan mempertimbangkan pengaruh suhu yang ditimbulkan oleh frekuensi sehingga hemat energi. Kelebihan ini menjadikan sistem tertanam banyak digunakan pada perangkat yang sering kita jumpai.

2. Real-Time Embedded System

Sistem tertanam *real-time (RTES)* adalah sistem yang tidak hanya menghasilkan hasil yang benar, tetapi ketepatan dan keakuratan waktu pengiriman hasil juga penting. Artinya, keterlambatan pengiriman hasil dan tidak akurat dapat menyebabkan kesalahan sistem yang parah. Contoh RTES adalah sistem *brake-by-wire*, ketika pengemudi memberi perintah pengereman, mobil harus bereaksi pada waktunya dengan menyesuaikan rem dengan tepat. Hal ini membutuhkan mekanisme yang efisien untuk menjamin ketepatan waktu pengiriman hasil [12]. RTES dapat menjamin stabilitas aplikasi kontrol yang beroperasi.

3. Multi-Mode Operation

Sistem tertanam sering berfungsi di bawah beban yang banyak dan berubah secara dinamis. Hal ini sesuai konsep sistem *multi-mode* yang terkena beban dinamis dengan jumlah dan fungsionalitas tugas aktif yang berbeda selama *run-time* [13]. Mode eksekusi yang akan dijalankan sistem pada saat *run-time* menyebabkan kompleksitas desain sistem yang besar dalam memberikan kinerja terbaik saat menjalankan *task*. Artinya, jumlah potensi kombinasi *task* yang akan diproses oleh sistem bisa sangat besar, membuat perancangan RTES *multi-mode* menjadi sistem yang kompleks. Hal ini merupakan fitur dari sistem tertanam yaitu dapat mengoperasikan *task* yang banyak dan beban yang dinamis [14], [15].

Teknik kendali adaptif merupakan sistem kendali dengan algoritma pembelajaran yang memiliki parameter-parameter yang telah diatur. Parameter tersebut sebagai patokan dalam otomatisasi suatu sistem [16]. Teknik kendali adaptif terdiri dari *gain scheduling*, *dual control*, *model-reference*, *adaptive control (MRAC)*, dan *self-turning regulator (STR)*. Sistem kendali bertujuan untuk menjaga keadaan tertentu sesuai parameter-parameter yang ditetapkan [17]. Secara garis besar terdapat 3 bagian utama sistem kendali adaptif yaitu *plant* atau proses, kontroler, dan pengatur parameter.

D. Mikrokontroler ATmega8

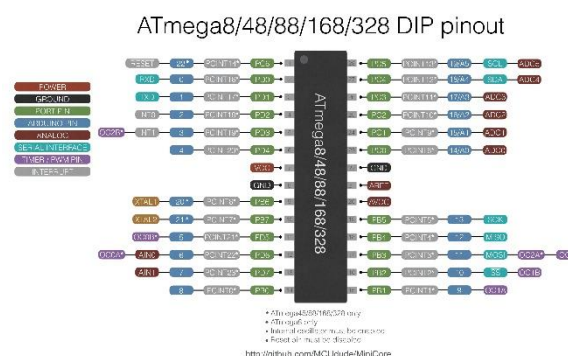
Mikrokontroler merupakan sebuah sistem mikroprosesor yang sudah terintegrasi CPU, ROM, RAM, I/O, Clock dan lain-lain. Komponen tersebut saling terhubung dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai [18]. Beberapa produk mikrokontroler yang beredar di

pasaran, salah satu contohnya yang diaplikasikan pada penelitian ini yaitu ATmega8. Spesifikasi beberapa varian AVR ATmega sebagai perbandingan dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL I
VARIAN MIKROKONTROLER AVR ATMega

Seri	Flash (kb)	RAM (bytes)	EEPROM (kb)	Pin I/O	PWM	ADC 10bit
ATmega8	8	1024	0.5	23	3	6/8
ATmega 16	16	1024	0.5	32	4	8
ATmega162	16	1024	0.5	35	6	8
ATmega 32	32	2048	1	32	4	8
ATmega328	32	2048	1	23	6	8
ATmega 128	128	4096	4	53	8	8
ATmega1284	128	16384	4	32	6	8
ATtiny 12	1	-	0.0625	6	-	-
ATtiny2313	2	128	0.125	18	4	-
ATtiny44	4	256	0.25	12	4	8
ATtiny84	8	512	0.5	12	4	8

Perbedaan mikrokontroler tersebut terletak pada ukuran memori, jumlah *pin IO (input/output)*, *peripheral (USART, timer, counter, dan sebagainya)*. Mikrokontroler ATmega8 termasuk ke dalam keluarga AVR 8bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sejenis dengan ATmega8 yaitu ATmega 8535, ATmega16, ATmega32, dan ATmega328. Berdasarkan segi fisik, mikrokontroler ini memiliki keunggulan ukuran yang lebih kecil. ATmega8 memiliki kapasitas memori *programmable flash* sebesar 32kb, 1kb EEPROM, 2kb SRAM, dan 28 pin yang memiliki fungsi tersendiri. Kelebihan yang paling menonjol dari prosesor ini yaitu harga yang murah dan sesuai kebutuhan sistem yang dikembangkan. Adapun konfigurasi pin ATmega8 dapat dilihat pada gambar. 2 [19].



Gambar. 2 Konfigurasi pin ATmega8/arduino UNO

E. Modul Real Time Clock (RTC)

RTC merupakan modul yang sangat umum digunakan dalam instrumen elektronika dengan pewaktu. RTC adalah jam dengan satu daya atau baterai terpisah namun termasuk dalam rangkaian *motherboard* komputer. RTC biasanya terpisah dari mikroprosesor serta chip lainnya. RTC juga

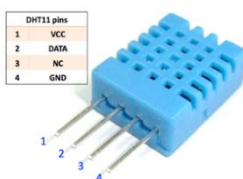
sering disebut sebagai CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*). Menggunakan RTC dapat membuat waktu dalam sebuah sistem tetap berjalan meskipun tanpa daya dari adaptor perangkat [20]. Instruksi dalam sebuah sistem dapat beroperasi akurat berdasarkan waktu dengan menggunakan modul RTC. Terdapat beberapa modul RTC yang beredar di pasaran, salah satu contohnya yaitu DS1302 yang digunakan pada penelitian ini. Berikut merupakan gambar. 4 modul RTC DS1302.



Gambar. 3 Modul RTC DS1302

F. Sensor DHT 11

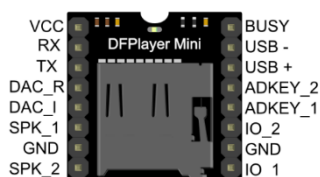
DHT11 merupakan sebuah sensor dengan kelebihan dapat mengukur dua parameter sekaligus yaitu suhu dan kelembaban udara (*humidity*). Sensor ini menggunakan sebuah *thermistor negative temperature coefficient (NTC)* dalam mengukur suhu, sensor kelembaban resistif dan mikrokontroler 8-bit untuk mengolah kedua masukan tersebut dan mengirim hasil pembacaannya ke pin output sensor. Sensor DHT 11 memiliki 4 pin yang terdiri dari VCC, data, NC, dan Ground. Pin sensor DHT 11 dapat dilihat pada gambar 5 [21].



Gambar. 4 Pin sensor DHT 11

G. DF Player Mini

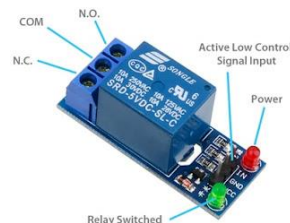
DF Player Mini adalah sebuah modul pemutar file audio (*sound player music module*) yang mendukung format audio seperti file .mp3 yang umum dikenal. Fisik DFPlayer mini *board* persegi dengan ukuran mini yaitu 20 x 20 mm, dan memiliki 16 pin. *Output* modul mp3 mini ini dapat langsung dikoneksikan dengan speaker mini, dan mikrokontroler ataupun amplifier sebagai penguat suaranya. Pengaplikasian modul ini sering diintegrasikan dengan mikrokontroler khususnya yang membutuhkan sistem suara seperti mesin cuci tangan otomatis dengan pengingat [22]. Bentuk fisik DF Player mini dapat dilihat pada gambar. 6.



Gambar. 5 DF player mini

H. Relay

Salah satu komponen yang biasa ditemukan dalam perancangan proyek elektronika adalah *relay*. Cara kerja *relay* yaitu dengan memutuskan dan menghubungkan aliran listrik dalam rangkaian dengan menggunakan elektromagnetik. Dengan kata lain, *relay* berfungsi sebagai sakelar otomatis. Modul *relay* 5V juga sering dijumpai pada jenis kendaraan seperti motor dan mobil. Pada sistem kendali, *relay* menjalankan fungsi logika dari mikrokontroler. *Relay* terdiri dari 2 kondisi saat ingin mengaktifkannya yaitu NC (*normally close*) aktif jika tidak menerima arus listrik dan No. (*normally open*) aktif jika menerima arus listrik. Untuk mengetahui fungsi lengkapnya, berikut merupakan gambar. 7 relay [23].



Gambar. 6 Relay

I. Kit Peltier

Peltier adalah sebuah komponen berbentuk lempengan yang menciptakan efek dingin dan panas. Biasanya, efek dingin dimanfaatkan untuk mendinginkan alat atau ruangan tertentu. Sebagian besar mesin *freezer* memanfaatkan zat kimia refrigeran, tetapi *peltier* tidak. Zat kimia pendingin tersebut berdampak buruk terhadap lapisan ozon. Sehingga salah satu alternatif pengganti refrigeran yaitu *peltier* yang ramah lingkungan. Salah satu jenis termoelektrik *peltier* yaitu TEC1-12706 yang penggunaannya digabungkan dengan *hetasink* dan kipas [24]. Di bawah ini merupakan gambar. 8 kit *peltier*.



Gambar. 7 Kit peltier

J. Humidifier

Humidifier memiliki kemampuan untuk mengeluarkan kabut agar membuat kondisi ruangan menjadi lebih lembab. Alat pelembab udara atau *humidifier* memiliki sebuah komponen yaitu *mist maker* yang mengubah air menjadi partikel-partikel kecil di udara (*ultrasonic atomization*). Alat ini sering digunakan pada bidang kesehatan, pertanian, dan peternakan. Contoh bidang pertanian dan peternakan yaitu pemanfaatan pada kumbung jamur dan rumah burung

walet [25]. Bentuk *humidifier* atau *ultrasonic mist maker* sebagaimana diperlihatkan pada gambar. 9.



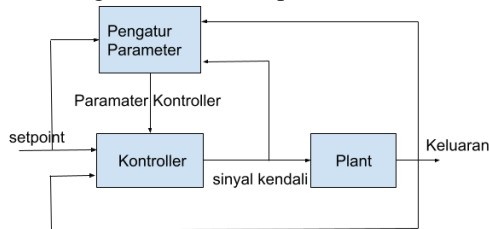
Gambar. 8 Ultrasonic mist maker

III. DESAIN DAN PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem dilaksanakan dengan beberapa tahapan mulai dari desain hingga penerapan alat pada rumah burung walet. Berikut merupakan proses perancangan sistem RBW adaptif.

A. Desain Blok Diagram

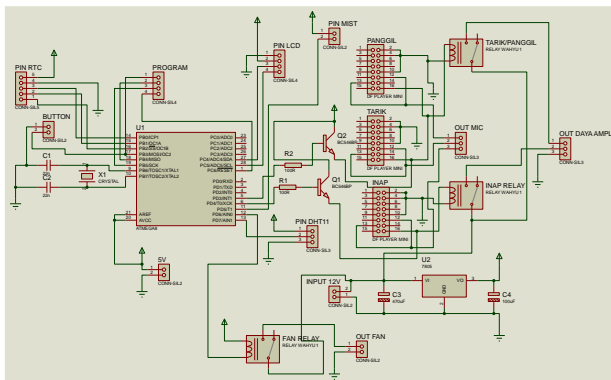
Pembuatan blok diagram alat mempertimbangkan beberapa aspek seperti jenis mikrokontroler yang digunakan, penggunaan sensor, kebutuhan di lapangan, dan sebagainya. Blok diagram ini digunakan sebagai landasan dalam perancangan sistem RBW adaptif ini yang diadaptasi dari teori kendali adaptif. Berikut merupakan gambar. 4 desain blok diagram kendali adaptif.



Gambar. 9. Desain blok diagram kendali adaptif

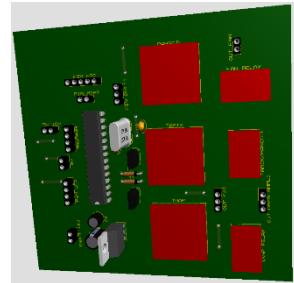
B. Rangkaian Sistem Alat

Tahap ini merupakan pembuatan sebuah rangkaian alat dengan menggunakan *software* Proteus 8. Desain yang dibuat berdasarkan sistem minum untuk mengoperasikan ATmega8 yang digabungkan dengan komponen-komponen elektronika yang dibutuhkan. Rangkaian sistem ditunjukkan pada gambar. 5.



Gambar. 10 Rangkaian sistem alat

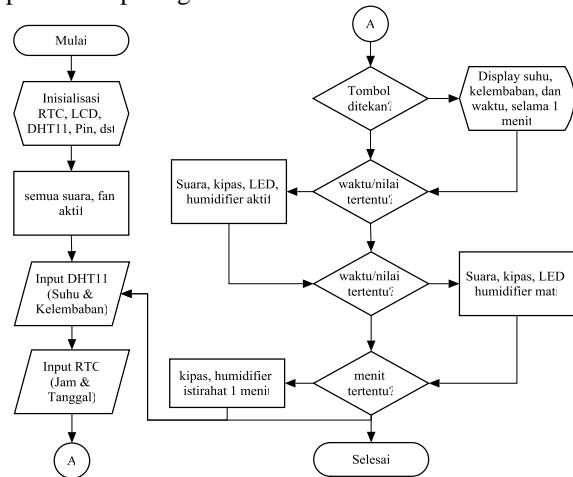
Setelah menyelesaikan pembuatan rangkaian elektronik, selanjutnya membuat jalur PCB. Pembuatan jalur PCB dapat menggunakan fitur *tracing* otomatis yang disediakan oleh *software* Proteus. Adapun hasil *tracing* PCB yang nantinya akan dicetak dapat dilihat pada gambar. 6.



Gambar. 11 Desain 3D PCB alat

C. Flowchart Program

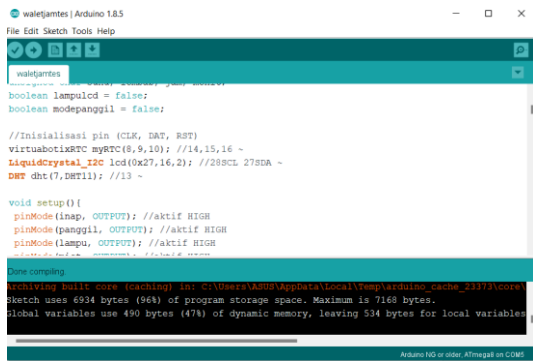
Flowchart merupakan acuan dalam menyusun *sketch* program. Secara garis besar instruksi dalam *flowchart* dapat dilihat pada gambar. 12.



Gambar. 12 Flowchart

D. Desain Program dengan Arduino IDE

Sketch program yang diaplikasikan pada perangkat kendali adaptif ini dibuat menggunakan *software* Arduino IDE. Perangkat lunak ini merupakan *open source* yang kodenya terbuka untuk dipelajari, diubah, ditingkatkan dan disebarluaskan. Arduino juga sangat umum digunakan terutama pada kalangan pelajar teknik elektronika maupun informatika. Berikut merupakan gambar. 7 hasil *sketch* program yang dibuat.

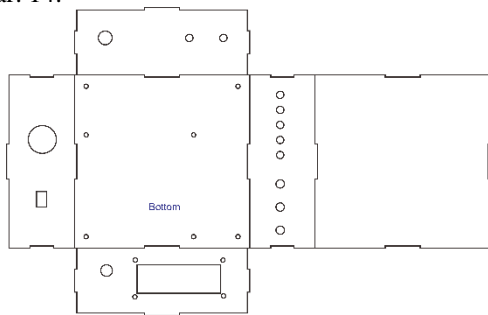


Gambar. 13 Sketch program pada arduino IDE

Gambar di atas tampak efisien terhadap pemanfaatan dari ATmega8. Memori yang digunakan untuk penulisan *sketch* yaitu 96% sehingga menggunakan mikrokontroler ATmega8 sudah cukup. Jika dibandingkan dengan mikrokontroler AVR yang lainnya, Produk ATmega8 ini merupakan yang paling efisien dalam perancangan ini, termasuk segi kapasitas dan harga. Saat proses inialisasi pin ATmega8 agar dicocokkan dengan pin Arduino UNO, adapun konfigurasi pin dapat dilihat pada gambar. 3.

E. Desain Packaging Alat

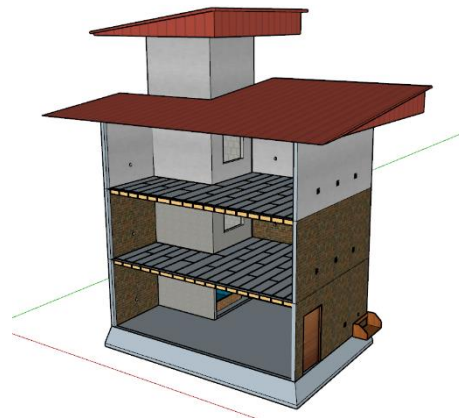
Packaging adalah kemasan atau material tertentu untuk melindungi komponen alat dan dapat menambah nilai artistik. Alat ini menggunakan akrilik sebagai *packaging* yang mudah dibentuk, elegan dan murah. Kekurangan menggunakan akrilik yaitu mudah pecah. Pembuatan desain ini menggunakan aplikasi Coreldraw. Adapun desain *packaging* alat sebagaimana diperlihatkan pada gambar. 14.



Gambar. 14 Desain packaging alat

F. Desain Rumah Burung Walet (RBW)

Pembuatan desain RBW menggunakan *software* Sketch Up, sehingga menghasilkan desain model 3D. Desain ini menjadi patokan dalam pembuatan RBW serta peletakan komponen-komponen elektroniknya. Pembuatan desain ini menghasilkan beberapa gambar, seperti layout bangunan, model 3D, denah, dan sebagainya. Desain ini juga merupakan salah satu syarat untuk mendapat surat izini membangun. Berikut salah satu contoh desain yaitu gambar. 8 merupakan desain 3D RBW.



Gambar. 15 Desain 3D RBW

IV. HASIL IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

A. Alat Kendali Rumah Burung Walet Adaptif

Alat kendali yang telah dirancang disimpan pada ruang peralatan yang terpisah dari gedung walet. Hal ini dimaksudkan agar alat tidak mengganggu burung walet. Alat beroperasi dengan baik sesuai yang diinginkan. Berikut merupakan gambar. 7 alat kendali rumah burung walet adaptif.



Gambar. 16 Alat kendali rumah burung walet adaptif

Gambar. 8 merupakan alat kendali yang telah terangkai seperti desain yang telah dipaparkan. Alat dilengkapi LCD *character* 16 x 2 yang berfungsi untuk menampilkan indikator waktu, suhu, dan kelembaban dengan menekan tombol yang tersedia. Alat dan adaptor juga dilengkapi *fan* untuk menjaga suhu dari alat yang beroperasi 24 jam. Sensor suhu dan kelembaban DHT11 yang terintegrasi dengan alat terletak pada lantai 2 gedung.

B. Tata Letak Ruang RBW

Pembuatan rumah burung walet ini berdasarkan pada desain yang telah dibuat. RBW terdiri dari 3 lantai ruang inap dan 1 ruang terjun bebas. Ruang inap merupakan ruangan tempat tinggal burung walet. Langi-langitnya dibuat sirip-sirip untuk tempat burung walet membuat sarang. Jarak antar sirip yaitu 30 – 35 cm berdasar perhitungan ukuran walet. Di dalam ruang inap terdapat pelembab ruangan dan kipas untuk sirkulasi udara. Adapun gambar ruangan inap sebagaimana tampak pada gambar. 17.



Gambar. 17 Ruang inap RBW

Di dalam ruang inap terdapat 1 pelembab ruangan (*humidifier*) dan 4 kipas mini untuk sirkulasi udara. Sehingga total 3 *humidifier* dan 12 kipas mini dalam RBW. Humidifier dan kipas mini terhubung dengan alat sehingga berfungsi secara otomatis berdasarkan plant Ventilasi pipa juga ditambahkan terutama di ruang atas agar sewaktu-waktu kipas dapat dimatikan. Desain pipa dibuat sebagaimana pada gambar. 17 berfungsi untuk mengurangi intensitas cahaya yang masuk. Burung walet masuk ke dalam ruang inap melalui ruang terjun bebas (*void*). Hasil Pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan uji fungsi untuk mengetahui kinerja dari komponen-komponen pada alat. Hasil pengujian komponen alat dapat dilihat pada tabel 2.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN KOMPONEN ALAT

No.	Komponen	Kompetensi	Hasil	Keterangan
1	ATMeg a8	Pengisian <i>firmware</i>	Berhasil, kadang gagal	Terkadang fuse bit MC tidak terbaca, tapi upload <i>firmware</i> berhasil
2	ATMeg a8	Instruksi pin	Berhasil	Setiap pin berhasil melakukan instruksi
3	ATMeg a8	Pembacaan pin	Berhasil	Setiap pin berhasil mengirim dan menerima sinyal
4	IC Regulator 7805	Mengatur tegangan 5V	Diganti	Output 5V berhasil, namun temperatur panas (mencapai 120°C)
5	Modul Step down LM2596	Mengatur tegangan 5V	Berhasil	Menghasilkan tegangan 5V dan tidak panas

No.	Komponen	Kompetensi	Hasil	Keterangan
6	Sensor DHT11	Membaca suhu dan kelembaban	Berhasil	DHT11 berhasil membaca dan mengirim hasil ke MC dengan panjang kabel 5 meter
7	Real Time Clock (RTC)	Menghitung waktu	Berhasil	Waktu dihitung dengan akurat
8	DF Player Mini	Memutar musik walet dari <i>Micro SD Card</i>	Berhasil	Suara yang dikeluarkan jernih
9	Audio Amplifier	Mengirim suara ke tweeter	Berhasil, Noise	Suara yang dihasilkan terdapat sedikit noise
10	Tweeter	Suara walet dihasilkan	Berhasil	2 Tweeter rusak
11	Mini fan	Membuat udara ruang lebih sejuk	Berhasil	Ketika <i>on</i> , udara lebih sejuk
12	Peltier	Membuat ruangan lebih dingin	Gagal	3 peltier belum menurunkan suhu ruangan 1 °C
13	Humidifier	Membuat ruangan lebih lembab	Berhasil	Kelembaban ruangan meningkat
14	LED Blink	Mencegah hama predator	Berhasil	Mencegah kelelawar masuk ke RBW

Hasil pengujian pada tabel 2 memperlihatkan Hampir keseluruhan komponen berhasil melakukan kompetensi. Terdapat 1 komponen yang gagal yaitu penggunaan *peltier*. Proses percobaan *peltier* hanya dilakukan dengan menggunakan 1 buah tidak berhasil menurunkan suhu ruangan, tidak seperti hipotesis. Percobaan Umbuh [26] berhasil memanfaatkan *peltier* untuk mendinginkan suatu objek hingga menjadi suhu 20°C. Mencari alternatif lain, komponen yang digunakan hanya *mini fan* untuk menyejukkan ruangan. Selain itu, komponen regulator 7805 diganti, karena suhu pengoperasian mencapai 120°C, meskipun belum mencapai suhu maksimal IC 7805, tetapi dapat mempengaruhi komponen di sekitarnya. Jadi regulator diganti dengan modul *stepdown LM2596*. Keluaran tegangan juga stabil dengan arus maksimal sebesar 3 A.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil implementasi kendali rumah burung walet adaptif yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa:

1. sistem yang dirancang berhasil mengontrol rumah burung walet secara adaptif
2. komponen yang dikontrol berupa *fan*, *humidifier*, *tweeter tarik/panggil*, *tweeter inap*, dan LED pencegah hama
3. sistem juga dilengkapi LCD karakter untuk memonitor suhu dan kelembaban ruangan, serta waktu secara *real time*
4. sistem menggunakan 1 tombol untuk menampilkan indikator pada LCD dan akan mati secara otomatis. Hal ini memudahkan pengguna dalam pengaplikasian sistem
5. proses perancangan dan komponen yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan kebutuhan di lapangan
6. terdapat kekurangan dalam penelitian ini terutama pemanfaatan elemen *peltier* yang kurang efisien, diharapkan kekurangan ini dapat tertutupi pada penelitian serupa yang selanjutnya.

REFERENSI

- [1] L. Elfita, "Analysis on Protein Profile and Amino acid of Edible Bird's Nest (*Collocalia fuchiphaga*) from Painan," *J. Sains Farm. Klin.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–37, 2014.
- [2] F. Sahri, "Usaha Penangkaran Burung Walet Dalam Meningkatkan Pendapatan Masyarakat (Studi Kasus Desa Kemuning Tua, Kec. Kemuning," *Univ. Islam Negeri Sultan Thaha Saifuddin Jambi*, 2020.
- [3] S. K. Dewi, R. D. Nyoto, and E. D. Marindani, "Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Gedung Walet dengan Mikrokontroler Berbasis Mobile," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 36, 2018, doi: 10.26418/jp.v4i1.24065.
- [4] R. Vianti and Abdullah, "Jenis-Jenis Dari Ordo Chiroptera Di Kawasanperkebunan Masyarakat Gampong Meunasah Bak'U Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar," *Pros. Semin. Nas. Biot.*, pp. 117–120, 2015.
- [5] M. T. Sirenden, D. Puspita, M. Sihombing, F. Nugrahani, and N. Retnowati, "Analisis Profil Makronutrien Dan Kandungan Nitrit Pada Bagian Sarang Burung Walet (*Aerodramus fuciphagus*)," *Semin. Nas. Inovasi Pangan Lokal Untuk Mendukung Ketahanan Pangan*, no. April, pp. 101–106, 2018.
- [6] M. E. Dewi, "Manfaat Konsumsi Sarang Burung Walet," *J. Kedokt. Ibnu Nafis*, vol. 8, no. 2, pp. 26–34, 2019.
- [7] E. Alfianto, "Rancang Bangun Rumah Budidaya Burung Walet dengan Sistem Pengendalian Suhu Otomatis Sederhana Menggunakan Arduino UNO," *e-NARODROID*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [8] R. Friadi and J. Junadhi, "Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada Greenhouse Berbasis Raspberry PI," *J. Technopreneursh. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 30–37, 2019, doi: 10.36085/jtis.v2i1.217.
- [9] A. Rizal, "Tahapan Desain dan Implementasi Model Machine Learning untuk Sistem Tertanam," *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 2, pp. 79–85, Nov. 2020, doi: 10.31937/SK.V12I2.1782.
- [10] K. Jiang, *Security-Driven Design of Real-Time Embedded Systems*, no. 1729, 2016.
- [11] I. Ahmed, S. Zhao, J. Meijers, O. Trescases, and V. Betz, "Automatic bram testing for robust dynamic voltage scaling for fpgas," in *2018 28th International Conference on Field Programmable Logic and Applications (FPL)*, 2018, pp. 68–687.
- [12] X. Gong, W. Ge, J. Yan, Y. Zhang, and X. Gongye, "Review on the development, control method and application prospect of brake-by-wire actuator," in *Actuators*, 2020, vol. 9, no. 1, p. 15.
- [13] A. HS and B. M. Osipov, "Multimode Identification to Obtain an Adequate Gas Turbine Engine Model for Its Diagnosing by Thermal-gas Dynamic Parameters," 2020.
- [14] Y. Yan, Q. Li, W. Chen, B. Su, J. Liu, and L. Ma, "Optimal energy management and control in multimode equivalent energy consumption of fuel cell/supercapacitor of hybrid electric tram," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 66, no. 8, pp. 6065–6076, 2018.
- [15] F. Arifin, W. R. Gusti, A. Nasuha, A. S. Priambodo, and A. Winursito, "Smart Air Filter Based on Activated Charcoal and Aloe Vera Using Fuzzy Logic Algorithm," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2111, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2111/1/012047.
- [16] F. A. Samman and L. Sains, *Sistem Kendali Adaptif*. IESTA, 2016.
- [17] R. F. Christianti and D. Zulherman, "Rancang Bangun Sistem Kendali Adaptif Pada Solar Cell Untuk Catu Daya Pada Node Wireless Sensor Network (WSN)," *Conf.*, pp. 401–407, 2018.
- [18] T. P. Tunggal, A. W. Apriandi, J. E. Poetro, E. T. Helmy, and F. Waseel, "Prototype of hand dryer with ultraviolet light using ATmega8," *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 1, pp. 7–10, 2020, doi: 10.18196/jrc.1102.
- [19] P. Khanna, "Digital Temperature Sensor using ATmega8 Microcontroller," *Int. J. Embed. Syst. Emerg. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–15, Jun. 2017, doi: 10.37628/JESET.V3I1.471.
- [20] J. Muksin, M. A. H. Musa, A. Ambarita, A. Ibrahim, and S. H. Hadad, "Sistem Kontrol Suhu dan Pendeteksi Gerakan Pada Ruang Laboratorium Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Modul Real Time Clock (RTC) dan Passive Infrared Receiver (PIR)," *J. Ilm. Ilk. - Ilmu Komput. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 2621–4970, Jan. 2021.
- [21] K. S. Budi and Y. Pramudya, "PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI DATA KELEMBABAN DAN SUHU DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR DHT11 DAN ARDUINO BERBASIS IOT," *Pros. Semin. Nas. Fis.*, vol. 6, pp. SNF2017-CIP-47–54, Oct. 2017, doi: 10.21009/03.SNF2017.02.CIP.07.
- [22] S. Sahidin, S. Alam, A. Program Studi Teknik Elektro, U. Muhammadiyah Parepare, and J. K. Jenderal Ahmad Yani, "Mesin Cuci Tangan Otomatis Menggunakan Sensor Proximity dan DFPPlayer Mini Berbasis Arduino Uno," *J. Mosfet*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, Jan. 2021.
- [23] Y. W. Hutama and C. Bella, "SISTEM OTOMATIS PEMBERIAN AIR MINUM PADA AYAM BROILER MEMAKAI MIKROKONTROLLER ARDUINO DAN RTC DS1302," *J. Portal Data*, vol. 1, no. 3, pp. 2021–2022, Nov. 2021.
- [24] P. BOX PENDINGIN MINUMAN MENGGUNAKAN PELTIER BERBASIS MIKROKONTROLER Sukarjadi, Y. Supriyono, F. Rifki Mahendra, T. Elektro Politeknik SAKTI Surabaya, and P. NSC Surabaya, "PERANCANGAN BOX PENDINGIN MINUMAN MENGGUNAKAN PELTIER BERBASIS MIKROKONTROLER (ARDUINO)," *JBT (JURNAL BISNIS dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, pp. 21–25, Jan. 2020.
- [25] D. E. J. S, L. D. Setia, and R. J. K. Haryo, "MESIN KABUT (HEAVY DUTY HUMIDIFIER) SEBAGAI SISTEM KENDALI KELEMBABAN PORTABEL UNTUK RUMAH WALET DAN JAMUR TIRAM," *Civ. Minist.*, vol. 3, no. 01, Dec. 2020.
- [26] R. Umboh, "Perancangan Alat Pendinginan Portable Menggunakan Elemen Peltier," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–6, 2012.