

SISTEM KENDALI PERANGKAT ELEKTRONIKA MONOLITIK BERBASIS ARDUINO UNO R3

PRIO HANDOKO

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya,
Tangerang Selatan, Jl. Cendrawasih Raya Blok B7/P Bintaro Jaya, Sawah Baru, Ciputat, Tangerang
Selatan, 15413

E-mail : prio.handoko@upj.ac.id

ABSTRAK

Sistem kendali monolitik perangkat elektronika adalah sebuah sistem yang dibangun untuk mempermudah pengguna mengendalikan perangkat elektronika di dalam house (menghidupkan/mematikan) dari satu lokasi (mono = satu, litik = lokasi), seperti control room. Pengembangan sistem ini ditujukan untuk dapat membantu masyarakat perkotaan (kaum urban) melakukan suatu kegiatan yang rutin, yaitu mematikan dan menghidupkan perangkat elektronik di sekitar rumah. Kegiatan menghidupkan dan mematikan perangkat elektronika di dalam rumah, seperti lampu teras, lampu taman, lampu garasi, lampu gudang, kipas angin dan lain sebagainya memang terlihat sangat mudah untuk dilakukan jika ukuran rumah yang ditinggal tidak terlalu luas. Lalu bagaimanakah jika si pengguna memiliki rumah yang sangat luas dan memiliki lebih dari 1 lantai? tentunya kegiatan yang terlihat mudah ini memerlukan usaha yang sangat besar karena si pengguna harus berkeliling untuk menghidupkan atau mematikan perangkat elektronika yang ada di dalam rumah. Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat memungkinkan sistem ini dikembangkan sehingga dapat memberikan solusi kepada pengguna agar pengguna tidak perlu berkeliling rumah untuk mematikan atau menghidupkan perangkat elektronika yang diinginkan hanya dari satu lokasi saja sehingga hal ini pun dapat menghemat energi. Pengembangan sistem kendali ini mengacu kepada metode penelitian Research & Development (R&D) yang lebih cocok digunakan untuk penelitian yang menghasilkan sebuah produk sebagai luarannya. Metode ini memiliki 10 tahapan mulai dari penggalan informasi kebutuhan pengembangan sistem kendali hingga proses deseminasi untuk menyebarluaskan hasil penelitian ini kepada khalayak ramai. Sistem yang akan dikembangkan ini menggunakan modul Arduino UNO R3 sebagai komponen utamanya karena mudah didapatkan dan harganya pun relatif murah. Berdasarkan beberapa percobaan yang telah dilakukan baik menggunakan metode white box dan black box, maka sistem kendali memungkinkan penggunaan sistem kendali perangkat elektronika monolitik dilakukan.

Kata kunci: sistem kendali, monolitik, teknologi informasi, metode R&D, arduino UNO R3

ABSTRACT

Monolithic electronics device control system is a system that was built to ease the user controlling electronics inside the house (turn on/off) from one location (mono = one, lithic = location), such as the control room. The development of this system is intended to be able to help the urban communities performs a routine activity, i.e., turn off and turn on electronic devices around the House. The activities of electronic devices turn on and off inside the House, such as lights, Garden lights, patio lights, garage shed light, fan etc does look very easy to do if the size of the House be left not too spacious. Then how does if the user has a very spacious house and has more than one floor? of course this look easy activities that require a very big effort because the user must get around to turn on or turn off the electrical devoce that is in the house. The development of rapid information technology permits system was developed so that it can deliver solutions to users so that users don't have togo around the House to turn off or turn on the desire electrical appliance only from just one location so it can save energy. Developmnet of control system refer to Research & Development (R&D) methods, which is more suitable for research that generates a product as the façade. This method has 10 stages ranging from extraction information needs for the development of control systems until deseminasi to disseminate the results of this research to a wider audience. The system will be developed using the Arduino UNO module R3 as its

main component because the accessible and relatively cheap price. Based on some of the experiments that have been conducted with both methods of white box and black box, this monolithic electronics device control system can be implemented.

Keywords: control system, monolithic, information technology, R&D methods, Arduino UNO R3

PENDAHULUAN

Teknologi informasi merupakan salah satu bidang yang secara global setiap tahunnya mengalami perkembangan yang begitu pesat. Kemunculannya pun kini tidak lagi dalam hitungan tahun atau bulan, tetapi sudah dalam hitungan yang lebih cepat, yaitu dalam hitungan minggu. Pengembangan teknologi informasi yang menyertai munculnya *software*, *hardware* dan *gadget* baru ini tentunya hadir dengan sebuah tujuan, yaitu memberikan dukungan bagi manusia dalam meningkatkan produktifitas dan kemudahan penyelesaian pekerjaan dengan memaksimalkan pemanfaatan teknologi formasi. Perkembangan teknologi informasi dituntut untuk dapat membantu memenuhi kebutuhan manusia saat ini yang menginginkan segala sesuatu dapat dilakukan dengan mudah dan cepat disela-sela kesibukan manusia dalam beraktifitas.

Penelitian yang akan dilaksanakan bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem yang dapat membantu masyarakat perkotaan dalam melakukan pengendalian terhadap alat lektronika yang digunakan sehari-hari di tempat tinggal yang mencakup *software*, *hardware* dan *gadget*. Pengendalian yang dimaksud di sini adalah melakukan pengendalian untuk mematikan dan menghidupkan perangkat elektronika yang berada pada satu lokasi (monolitik) memanfaatkan perangkat yang dimiliki pengguna, seperti PC atau laptop. Diharapkan dengan dikembangkannya sistem ini, pengguna tidak perlu lagi berusah payah untuk mematikan dan menghidupkan alat lektronika, seperti lampu, kipas angin dan lainnya dengan berjalan menuju lokasi saklar yang ditempatkan menyebar di dalam tempat tinggal. Sistem ini dapat diimplementaikan pada tempat tinggal berlantai satu, dua hingga tiga. Sistem yang akan dikembangkan nantinya menggunakan perangkat keras mikrokontroler Arduino UNO R3 sebagai pusat kendali utama sistem yang terhubung secara langsung ke sistem kendali dan untuk mengakses perangkat elektronika tersebut, pengguna cukup melakukan

penekanan tombol angka pada papan kunci (keyboard) yang mewakili perangkat elektronika.

Rumusan Permasalahan

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana membangun sebuah sistem kendali monolitik yang dapat mengendalikan perangkat elektronika di tempat tinggal dari satu lokasi tertentu?

TINJAUAN REFERENSI

Tinjauan referensi dimaksudkan agar penulis mendapatkan informasi yang dibutuhkan dapat sejalan dengan kebutuhan penelitian. Peneliti mengawali penelitian ini dengan melakukan tinjauan terhadap beberapa pustaka mengenai penelitian terdahulu kemudian dilanjutkan dengan menambahkan rujukan pendukung lainnya.

Penelitian Terdahulu

Tinjauan terhadap penelitian terdahulu ditujukan untuk memberikan gambaran mengenai proses perancangan dan pengembangan sistem yang pernah dilakukan sebelumnya sekaligus untuk mengumpulkan data mengenai perangkat yang digunakan dalam penelitian untuk dijadikan bahan pertimbangan penulis dalam penentuan perangkat yang akan digunakan dalam pengembangan sistem yang akan dilakukan peneliti.

Referensi yang digunakan peneliti masih berkisar tentang penggunaan modul Arduino, mikrokontroler ATmega, konsep komunikasi, dan arsitektur hubungan antara komponen pembangun sistem kendali yang digunakan. Sistem kendali yang akan dikembangkan menggunakan perangkat utama modul Arduino yang telah tertanam mikrokontroler 328P di dalamnya dan. Komunikasi yang dilakukan antara perangkat pengguna dan sistem kendali sebetulnya dapat dilakukan secara langsung dan lebih sederhana dalam artian perangkat pengguna dihubungkan langsung dengan modul Arduino UNO tanpa menambahkan

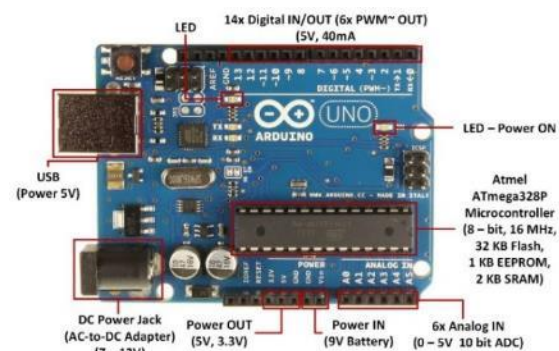
modul lain seperti modul *ethernet shield*, *bluetooth*, dan *wifi-shield*. Penggunaan modul-modul ini dibutuhkan ketika pengguna ingin melakukan pengendalian dari banyak lokasi dan tentunya pengaturannya lebih rumit. Penggunaan modul *bluetooth* seperti contohnya yang digunakan oleh Andi Syofian dalam penelitiannya yang berjudul “*Pengendalian Pintu Pagar Geser Menggunakan Aplikasi Smartphone Android dan Mikrokontroler Arduino Melalui Bluetooth*”. Penelitian lainnya yang menggunakan modul *bluetooth* adalah penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Fatoni dan Dwi Bayu Rendra dengan judul penelitiannya adalah “*Perancangan Prototipe Sistem Kendali Lampu Menggunakan Handphone Android Berbasis Arduino*” (Fatoni, 2014) dan penelitian yang berjudul “*Implementasi Sistem Bluetooth Menggunakan Android dan Arduino untuk Kendali Peralatan Elektronik*” yang dilakukan oleh Pauline Rahmiati, Ginanjar Firdaus dan Nugraha Fathorrahman (Rahmiati et. al, 2014). Wilfrid Sahputra Girsang dan Fakhruddin Rizal Batubara, S.T. M.Ti. dengan judul “*Perancangan dan Implementasi Pengendali Pintu Pagar Otomatis Berbasis Arduino*” yang dipublikasikan melalui Jurnal Ilmiah Singuda Ensikom Universitas Sumatera Utara, volume 7, nomor 2, yang diterbitkan pada bulan Mei 2014 yang lalu. Penelitian dilakukan untuk mengembangkan sebuah sistem otomatis pembuka pintu pagar berbasis Arduino menggunakan koneksi melalui jaringan komputer sebagai media untuk berkomunikasi antara sistem pengendali dan perangkat (Girsang, 2014).

Masih seputar sistem kendali, penelitian selanjutnya menggunakan komponen utama yang berbeda dengan 3 penelitian sebelumnya. Kali ini penelitian yang dilakukan oleh Satrio Adi Nugroho dan kawan-kawan yang bertajuk “*Penerapan Mikrokontroler Sebagai Sistem Kendali Perangkat Listrik Berbasis Android*” (Nugroho et. al, 2015) menggunakan komponen utama *wifi-shield* sebagai penghubung komunikasi antara perangkat pengguna dan sistem kendali. Selain komponen utama yang digunakan sebagai media komunikasi antara perangkat pengguna dan sistem kendali, pada beberapa penelitian yang digunakan sebagai rujukan, perangkat pengguna yang digunakan untuk berinteraksi dengan sistem kendali pun beragam, mulai dari

perangkat *mobile* (Wibowo, 2014), PC (Iyuditya et. al, 2013), hingga menggunakan *remote control* (Rahmiati, 2014). Hal lain yang menjadi pengamatan penulis adalah bagaimana hubungan antar komponen pembangun sistem kendali dilihat dari sisi arsitektur sistem kendali. Arsitektur sistem kendali yang dikembangkan oleh setiap peneliti sangat beragam dan dapat dibedakan berdasarkan sifat hubungannya, yaitu langsung (*direct*), semi-langsung (*semi-direct*) dan tidak langsung (*undirect*). Arsitektur sistem kendali *direct* adalah arsitektur dimana perangkat pengguna secara langsung berinteraksi dengan pusat pengolahan seperti sistem yang dibahas dalam makalah ini. Arsitektur *semi-direct* adalah arsitektur hubungan antar komponen pembangun sistem kendali dimana pesan yang disampaikan dilewatkan terlebih dahulu melalui komponen yang digunakan untuk berkomunikasi (*bluetooth* dan *wifi-shield*). Sedangkan, arsitektur sistem kendali *un-direct* adalah arsitektur yang memungkinkan perangkat pengguna berinteraksi dengan sistem kendali melalui komponen lain, seperti web server (Wibowo, 2014)(Alamsyah, 2015).

Referensi Pendukung

Guna kebutuhan pengembangan sistem kendali, beberapa referensi pendukung ditambahkan untuk menyempurnakan referensi yang sudah ada. Referensi pendukung yang dirujuk berkenaan dengan teori mengenai komponen-komponen yang digunakan dalam pengembangan sistem kendali, seperti relay, dan modul Arduino UNO R3. Komponen pertama adalah modul Arduino UNO R3 (Arduino UNO revisi 3) yang Arduino UNO merupakan papan sirkuit berbasis mikrokontroler Atmega 328P.



Gambar 1. Modul Arduino UNO

Atmega 328 adalah chip mikrokontroler 8-bit berbasis AVR-RISC buatan Atmel yang memiliki 32 KB memori ISP flash dengan kemampuan baca-tulis (*read/write*), 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM dan karena kapasitas memori Flash sebesar 32 KB inilah kemudian chip ini diberi nama ATmega328. Kelengkapan fitur yang terdapat dalam modul Arduino UNO membuat modul ini mudah untuk digunakan, hanya dengan menghubungkan modul Arduino UNO dengan PC menggunakan kabel USB atau menggunakan adapter DC – DC, maka modul siap digunakan. Modul Arduino UNO merupakan sebuah platform komputasi fisik yang bersifat *open source* (Nugroho et. al, 2015). Dalam penggunaannya, modul Arduino UNO disandingkan dengan sebuah bahasa pemrograman C yang dituliskan menggunakan IDE (Integrated Development Environment).

```

DigitalReadSerial
/*
DigitalReadSerial

Reads a digital input on pin 2, prints the result to the Serial Monitor

This example code is in the public domain.

http://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalReadSerial
*/

// digital pin 2 has a pushbutton attached to it. Give it a name:
int pushButton = 2;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
  // make the pushbutton's pin an input:
  pinMode(pushButton, INPUT);
}

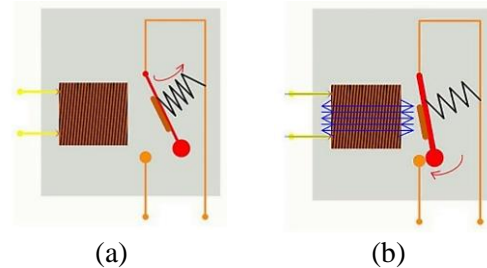
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input pin:
  int buttonState = digitalRead(pushButton);
  // print out the state of the button:
  Serial.println(buttonState);
  delay(1); // delay in between reads for stability
}

```

Gambar 2. Contoh *sketch* program yang ditulis dengan Arduino IDE

IDE Arduino memungkinkan pemrogram membangun program yang akan ditanamkan ke dalam mikrokontroler ATmega 328 yang tertanam di dalam modul Arduino UNO ini yang dinamakan dengan *sketch*. IDE ini memiliki kemampuan selain sebagai editor program, IDE ini pun memiliki kemampuan melakukan *compile* dan memungkinkan pemrogram mengunggah program yang dibuat tanpa harus menggunakan *tool* tambahan (Nugroho et. al, 2015). Contoh program yang ditulis menggunakan Arduino IDE ditunjukkan pada Gambar 2. Komponen berikutnya adalah sebuah komponen yang digunakan sebagai saklar otomatis dan dapat bekerja pada arus lemah dan kuat (Nugroho et. al., 2015)

komponen tersebut adalah relay. Relay adalah sebuah saklar elektromagnet yang dioperasikan oleh tegangan yang relatif rendah yang dapat diaktifkan pada tegangan yang lebih tinggi. Inti dari relay adalah sebuah elektromagnet yang dihasilkan dari lilitan kawat yang terdapat di dalam bangunan relay.



Gambar 3. Kondisi relay (a) “normally open” (NO); (b) “normally closed” (NC)

Relay dibutuhkan karena terkadang dalam implementasinya, sebuah perangkat elektronika yang beroperasi pada tegangan rendah digunakan untuk dapat mengaktifkan perangkat lain yang beroperasi pada tegangan tinggi dan relay dalam hal ini dapat digunakan untuk mengakomodir kebutuhan tersebut. Berikut ini akan dijelaskan bagaimana relay bekerja. Ketika daya dialirkan melalui sirkuit pertama (Gambar 3a), maka hal ini akan mengaktifkan elektromagnet (berwarna coklat) dan menghasilkan medan magnet (berwarna biru) yang akan menarik kontak (berwarna merah) dan mengaktifkan sirkuit kedua (Gambar 3b). Apabila daya dimatikan, pegas menarik kontak kembali ke posisi semula dan mengakibatkan sirkuit kedua kembali dalam posisi tidak terhubung (*off/mati*). Penjelasan di atas adalah contoh dari kondisi relay yang disebut dengan “*normally open*” (NO), dimana kontak dalam rangkaian kedua dalam kondisi normal berada dalam posisi tidak terhubung (*default*), dan beralih hanya pada saat arus mengalir melalui magnet. Kondisi relay lainnya adalah “*normally closed*” (NC); dimana dalam kondisi *default* kontak terhubung sehingga arus mengalir dan akan aktif hanya ketika magnet diaktifkan, menarik atau mendorong kontak dan pada umumnya relay dengan kondisi NC adalah adalah yang paling umum digunakan.

METODE PENELITIAN

Terkait dengan penelitian yang akan dilakukan dan sebagai tuntunan pengembangan

sistem kendali yang dibahas dalam makalah ini, penulis menggunakan metode penelitian *research and development* (R&D). Metode penelitian R&D merupakan sebuah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keektifan produk tersebut (Sugiyono, 2010). Metode ini akan menuntun peneliti melalui suatu rangkaian proses atau langkah-langkah dalam rangka mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada agar dapat dipertanggung jawabkan. Pemilihan metode ini terkait dengan luaran yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu berupa sebuah produk dalam bentuk purwarupa sistem kendali perangkat elektronika ini.

Rangkaian proses pengembangan sistem kendali ini mengadopsi tahapan-tahapan yang terdapat dalam metode R&D (Sugiyono, 2010). Mengacu kepada tahapan-tahapan yang terdapat dalam metode penelitian R&D, berikut adalah tahapan-tahapan pengembangan sistem kendali perangkat elektronika yang akan dilakukan oleh peneliti.

1. *Research and information collecting*, dalam tahapan ini peneliti akan melakukan studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang dikaji, mengumpulkan kebutuhan untuk pengembangan sistem kendali perangkat elektronika ini, dari sisi luaran yang ingin dicapai, kebutuhan pengembangan sistem kendali, mulai dari kebutuhan perangkat hingga alat dan bahan yang akan digunakan, serta merumuskan kerangka kerja penelitian.
2. *Planning*, peneliti akan menyusun rencana penelitian dan merumuskan kecakapan serta keahlian yang berkaitan dengan permasalahan, menentukan tujuan, desain dari luaran yang akan dihasilkan.
3. *Develop preliminary form of product*, peneliti akan melakukan persiapan guna pengembangan sistem kendali ini termasuk komponen utama dan pendukung serta melakukan evaluasi terhadap kelayakan alat-alat pendukung.
4. *Preliminary field testing*, melakukan pengumpulan data dari hasil pengujian secara observasi terhadap sistem kendali kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisis terhadap data hasil pengujian. Pengujian yang dilakukan dalam tahapan ini menggunakan pengujian *white box* dan *black box testing*, yaitu pengujian untuk

menentukan tingkat fungsionalitas produk yang dihasilkan dari sisi perintah yang ditulis dalam program dan pengamatan terhadap perilaku sistem kendali secara empirik.

5. *Main product revision*, dalam tahapan ini peneliti akan melakukan perbaikan yang diperlukan terhadap sistem kendali yang mengacu kepada hasil ujicoba awal.
6. *Main field testing*, peneliti melakukan pengujian lanjutan (jika ada) setelah sistem kendali direvisi menggunakan pengujian *black box*.
7. *Operational product revision*, peneliti akan melakukan penyempurnaan terhadap sistem kendali.
8. *Operational field testing*, dalam tahapan ini, pengujian akan memastikan apakah sistem kendali benar-benar dapat digunakan oleh pengguna. Pengujian dilakukan observasi dan hasilnya kemudian dianalisis.
9. *Final product revision*, peneliti akan melakukan perbaikan akhir terhadap sistem kendali perangkat elektronika ini jika diperlukan guna menghasilkan produk akhir (final).
10. *Dissemination and implementation*, peneliti akan menyebarkan produk/model yang dikembangkan kepada khalayak/masyarakat luas dalam bentuk publikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan proses pengerjaan sistem kendali dimuali dari menyusun kebutuhan perangkat keras guna membangun sistem kendali, perancangan sistem kendali, perakitan sistem kendali, pengkodean sistem kendali, hingga pengujian sistem kendali guna memastikan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian.

Kebutuhan Perangkat Keras

Guna membangun sistem kendali perangkat elektronika, selain dibutuhkan perangkat lunak yang berisikan urutan perintah-perintah yang disusun secara sistematis dalam bentuk program, dibutuhkan juga perangkat-perangkat keras sebagai pembangun sistem kendali secara fisik. Perangkat keras yang

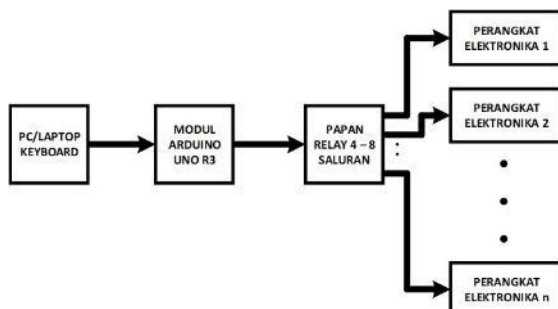
dibutuhkan untuk membangun sistem kendali disajikan pada Tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Kebutuhan perangkat keras sistem kendali

No.	Nama Perangkat	Kebutuhan
1.	Modul mikrokontroler Arduino UNO R3	Pusat pengolahan perintah
2.	Papan relay 4 – 8 saluran	Penerima perintah dari modul Arduino UNO R3 untuk mengendalikan perangkat elektronika
3.	Power supply	Pemberi tegangan utama sistem kendali
4.	Relay	Saklar otomatis perangkat elektronika dan pembangun papan relay 4 – 8 saluran
5.	Step Down DC-DC Converter	Pengubah tegangan 12V power supply ke 5V untuk pemasok daya bagi sistem kendali

Rancangan Diagram Blok Sistem Kendali

Gambar 4 di bawah ini menggambarkan cara kerja dari sistem kendali yang dibangun. Ketika sistem kendali diaktifkan, maka modul Arduino berada pada posisi menunggu (stand by) untuk menerima data masukkan dari pengedali yang berupa tombol angka 1 – 8 pada keyboard PC/laptop.



Gambar 4. Blok diagram sistem kendali

Ketika sebuah nilai angka dimasukkan ke dalam sistem melalui layar serial monitor, kemudian informasi ini akan disampaikan ke modul Arduino UNO R3 untuk selanjutnya diproses. Hasil pengolahan modul Arduino UNO R3 kemudian dikirimkan ke papan relay untuk mengaktifkan relay yang sesuai dengan perangkat elektronika yang akan dikendalikan. Ketika data yang dikirimkan oleh modul Arduino UNO R3 sampai ke salah satu relay yang bersesuaian dengan perangkat elektronika yang ingin dikendalikan, maka relay akan secara otomatis menghidupkan atau mematikan alat elektronik tersebut.

Rancangan Pin Sistem Kendali

Seperti yang terlihat pada Tabel 2 di bawah ini, untuk mengakomodir kebutuhan mengendalikan perangkat elektronika dalam sebuah sistem kendali, maka dibutuhkan pengaturan pin yang digunakan sebagai jalur komunikasi antara modul Arduino UNO R3 dan papan relay 8 saluran. Sistem kendali yang dibangun pada penelitian ini hanya akan menghubungkan 5 perangkat elektronika saja walaupun dalam prakteknya jumlah maksimum perangkat elektronika yang dapat dikendalikan dapat mencapai 8 perangkat elektronika.

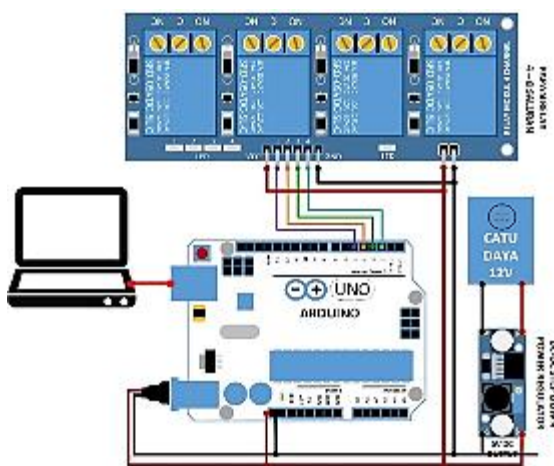
Tabel 2. Tabel rancangan pin sistem kendali

Nomor Pin Arduino	Pin Papan Relay	Kebutuhan
2	1	Berkomunikasi dengan relay 1 sebagai kendali perangkat elektronika ke-1
3	2	Berkomunikasi dengan relay 2 sebagai kendali perangkat elektronika ke-2
4	3	Berkomunikasi dengan relay 3 sebagai kendali perangkat elektronika ke-3

5	4	Berkomunikasi dengan relay 4 sebagai kendali perangkat elektronika ke-4
6	5	Berkomunikasi dengan relay 4 sebagai kendali perangkat elektronika ke-5
7	6	Berkomunikasi dengan relay 4 sebagai kendali perangkat elektronika ke-6
8	7	Berkomunikasi dengan relay 4 sebagai kendali perangkat elektronika ke-7
9	8	Berkomunikasi dengan relay 4 sebagai kendali perangkat elektronika ke-8
13	-	LED indikasi aktif sistem kendali

Rancangan Skema Elektronik Sistem Kendali

Gambar 5 berikut menunjukkan hubungan antar komponen pembangunan sistem kendali yang terdiri dari 2 komponen utama, yaitu modul Arduino UNO dan papan relay, sedangkan 2 buah komponen lainnya berfungsi sebagai komponen pendukung, yaitu catu daya yang mensuplai tegangan DC sebesar 12V yang diturunkan menjadi 5V sesuai kebutuhan modul Arduino UNO dan papan relay.



Gambar 5. Skema rancangan elektronika sistem kendali

Perakitan Sistem Kendali

Perakitan sistem kendali diawali dengan pembuatan PCB rangkaian elektronika yang digunakan untuk kebutuhan papan relay dan catu daya sistem kendali lalu dilanjutkan dengan pemasangan komponen-komponen elektronika, seperti resistor, dioda, LED, relay, dan lainnya baik pada PCB papan relay maupun PCB catu daya. Setelah semua selesai barulah proses perakitan dilakukan.



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Hasil perakitan sistem kendali; (b) Pengaturan kabel multi socket

Proses perakitan secara berurutan adalah sebagai berikut dimulai dengan memasang modul Arduino UNO R3, kemudian menambahkan modul DC-DC converter sebagai penurun tegangan yang akan digunakan sebagai pemberi daya bagi modul Arduino UNO R3, menghubungkan semua pin pada modul Arduino UNO R3 dan pin yang terdapat pada papan relay, menghubungkan kabel tegangan dari catu daya dan modul penurun tegangan masing-masing ke modul Arduino UNO R3 dan papan relay, dan terakhir melakukan pengaturan terhadap multi socket sebagai media penghubung antara perangkat elektronika yang akan dikendalikan dengan sistem kendali yang dihubungkan ke setiap relay di papan relay (Gambar 6).

Pengkodean Sistem Kendali

Hal berikutnya setelah sistem kendali selesai dirangkai adalah melakukan pengkodean atau pemrograman untuk mengendalikan sistem kendali baik untuk program kendali yang ditanamkan pada mikrokontroler Atmega328P yang terdapat di modul Arduino UNO R3 (Gambar 7).

```

if (totRelay_1 == 1)
{
  Serial.print("totRelay_1 = ");
  Serial.println(totRelay_1);
  digitalWrite(Relay_1, RELAY_ON);
  statusLED1="LED1 is ON";
  Serial.println(statusLED1);
  bufftotRelay_1 = totRelay_1;
}
else if (totRelay_1 == 2)
{
  Serial.print("totRelay_1 = ");
  Serial.println(totRelay_1);
  digitalWrite(Relay_1, RELAY_OFF);
  statusLED1="LED1 is OFF";
  Serial.println(statusLED1);
  totRelay_1 = 0;
  Serial.print("totRelay_1 = ");
  Serial.println(totRelay_1);
  bufftotRelay_1 = totRelay_1;
}

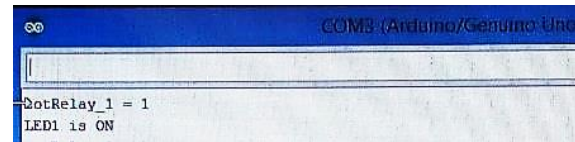
```

Gambar 7. Penggalan program Arduino UNO R3 sistem kendali

Pengujian Sistem Kendali

Pengujian dilakukan untuk dapat mengukur tingkat keberhasilan pemrograman yang dibuat sebagai program utama sistem kendali berdasarkan algoritma yang telah dirancang sebelumnya. Pengujian yang akan dilakukan nantinya akan menggunakan 2 buah metode, yaitu (1) metode *white box testing* dan (2) metode *black box testing*. Kedua metode ini sebenarnya adalah metode untuk pengujian perangkat lunak yang saya adopsi untuk melakukan pengujian terhadap keberhasilan sistem kendali. Alasan penggunaan kedua metode ini di satu sisi karena pengembangan sistem kendali sebagai sebuah perangkat keras tidak terlepas dari pemrograman, sehingga dibutuhkan suatu pengujian untuk mengetahui tingkat keselarasan antara penulisan program dengan hasil yang didapatkan secara empirik melalui observasi (Pressman, 2010). Sisi lainnya adalah, karena pengembangan sistem kendali berkenaan dengan perangkat keras, maka dibutuhkan sebuah pengujian untuk mengamati perilaku sistem kendali terhadap

perintah-perintah yang diberikan melalui program yang telah dibuat (Pressman, 2010).



(a)



(b)

Gambar 8. (a) layar serial monitor IDE Arduino; (b) lampu LED sebagai indikator relay

Berikut ini adalah hasil pengujian yang dilakukan menggunakan kedua metode tersebut. Pengujian dengan metode *white box* dilakukan dengan mengamati respon perangkat ketika sebuah perintah dieksekusi yang ditampilkan pada layar serial monitor IDE Arduino (Gambar 8a). Sedangkan pengujian dengan menggunakan metode *black box* dilakukan dengan melakukan pengamatan secara empirik terhadap respon sistem kendali ketika sebuah kejadian (*event*) berlangsung yang dalam hal ini penekanan tombol angka pada keyboard mulia dari angka 1 hingga 8. Tanggapan yang diberikan sistem kendali nantinya akan berupa aktif atau tidaknya lampu LED sebagai indikator yang mewakili setiap relay sebagai bukti respon sistem kendali menerima masukkan (Gambar 8b).

Tabel 3. Hasil pengujian sistem kendali dengan metode *white box testing*

No.	Script Perintah pada program
-----	------------------------------

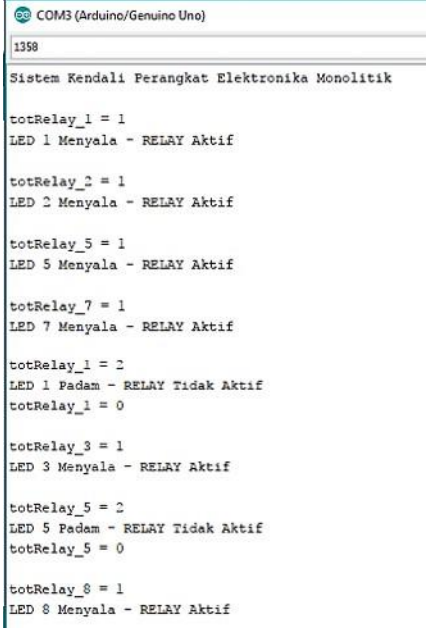

```

1.
if (totRelay_1 == 1)
{
  Serial.print("totRelay_1 = ");
  Serial.println(totRelay_1);
  digitalWrite(Relay_1, RELAY_ON);
  statusLED1="LED 1 Menyala - RELAY Aktif";
  Serial.println(statusLED1);
  bufftotRelay_1 = totRelay_1;
  Serial.println(" ");
}
if (totRelay_3 == 1)
{
  Serial.print("totRelay_3 = ");
  Serial.println(totRelay_3);
  digitalWrite(Relay_3, RELAY_ON);
  statusLED3="LED 3 Menyala - RELAY Aktif";
  Serial.println(statusLED3);
  bufftotRelay_3 = totRelay_3;
  Serial.println(" ");
}
if (totRelay_5 == 1)
{
  Serial.print("totRelay_5 = ");
  Serial.println(totRelay_5);
  statusLED5="LED 5 Menyala - RELAY Aktif";
  Serial.println(statusLED5);
  digitalWrite(Relay_5, RELAY_ON);
  bufftotRelay_5 = totRelay_5;
  Serial.println(" ");
}
if (totRelay_8 == 1)
{
  Serial.print("totRelay_8 = ");
  Serial.println(totRelay_8);
  statusLED8="LED 8 Menyala - RELAY Aktif";
  Serial.println(statusLED8);
  digitalWrite(Relay_8, RELAY_ON);
  bufftotRelay_8 = totRelay_8;
  Serial.println(" ");
}

```

Hasil yang diharapkan: layar *serial monitor* menampilkan tanggapan sistem dengan mematikan relay 1 dan 5 dan mengaktifkan relay 3 dan 8 dari kondisi relay sebelumnya dimana relay 1, 2, 5, dan 7 dalam keadaan aktif.

Hasil Pengamatan.



```

COM3 (Arduino/Genuino Uno)
1358
Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik
totRelay_1 = 1
LED 1 Menyala - RELAY Aktif
totRelay_2 = 1
LED 2 Menyala - RELAY Aktif
totRelay_5 = 1
LED 5 Menyala - RELAY Aktif
totRelay_7 = 1
LED 7 Menyala - RELAY Aktif
totRelay_1 = 0
LED 1 Padam - RELAY Tidak Aktif
totRelay_1 = 0
totRelay_3 = 1
LED 3 Menyala - RELAY Aktif
totRelay_5 = 0
LED 5 Padam - RELAY Tidak Aktif
totRelay_5 = 0
totRelay_8 = 1
LED 8 Menyala - RELAY Aktif

```


```

2.
{
  Serial.println(" ");
  Serial.println("Nilai masukan salah!");
  Serial.println("Masukkan nilai yang benar (1 - 8)");
  Serial.println("untuk menyalakan atau memadamkan LED");
  Serial.println("STATUS LED");
  Serial.println("-----");
  Serial.println(statusLED1);
  Serial.println(statusLED2);
  Serial.println(statusLED3);
  Serial.println(statusLED4);
  Serial.println(statusLED5);
  Serial.println(statusLED6);
  Serial.println(statusLED7);
  Serial.println(statusLED8);
  Serial.println("\n\n");
}

```

Hasil yang diharapkan: layar *serial monitor* menampilkan tanggapan sistem dan memberikan informasi bahwa nilai yang dimasukkan di luar jangkauan nilai yang dapat diterima sistem kemudian menampilkan status LED terakhir.

Hasil Pengamatan.



```

COM3 (Arduino/Genuino Uno)
9
Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik
Nilai masukan salah!
Masukkan nilai yang benar (1 - 8)
untuk menyalakan atau memadamkan LED
STATUS LED
-----
LED 1 Padam - RELAY Tidak Aktif
LED 2 Menyala - RELAY Aktif
LED 3 Menyala - RELAY Aktif
LED 4 Padam - RELAY Tidak Aktif
LED 5 Padam - RELAY Tidak Aktif
LED 6 Padam - RELAY Tidak Aktif
LED 7 Menyala - RELAY Aktif
LED 8 Menyala - RELAY Aktif

```

Tabel 3 menunjukkan beberapa proses proses pengujian dengan menggunakan metode *white box* dimana di dalam pengujian tersebut terdapat sebuah variabel, yaitu *totRelay_1*, *totRelay_3*, dan lainnya. Penggunaan variabel ini dimaksudkan sebagai monitoring jumlah pemasukkan nilai untuk setiap nomor perangkat yang dikendalikan. Apabila sebuah angka yang mewakili sebuah perangkat dimasukkan, maka variabel akan menghitung total kali seberapa angka tersebut dimasukkan. Jika total memasukkan nilai sama dengan 1 maka relay akan aktif dan jika total memasukkan nilai adalah 2, maka relay akan mati atau tidak aktif. Berdasarkan tanggapan yang diberikan oleh sistem pada saat kegiatan pengujian dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil yang didapatkan telah **memenuhi harapan** penulis.

Tabel 4. Hasil pengujian sistem kendali dengan metode *black box testing*

No.	Skenario	Nomor Tombol	Total Kali Penekanan	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengamatan
1.	Menekan tombol angka 1	1	1	Relay 1 Aktif	Sesuai
			2	Relay 1 Tidak Aktif	Sesuai
2.	Menekan tombol angka 2	2	1	Relay 2 Aktif	Sesuai
			2	Relay 2 Tidak Aktif	Sesuai
3.	Menekan tombol angka 3	3	1	Relay 3 Aktif	Sesuai
			2	Relay 3 Tidak Aktif	Sesuai
4.	Menekan tombol angka 3, 4, dan 5	3, 4, 5	1	Relay 3, 4, dan 5 Aktif	Sesuai
			2	Relay 3, 4, dan 5 Tidak Aktif	Sesuai
5.	Menekan tombol angka 1, 2, 5, dan 8, kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol angka 1, 3, 6, 8	1, 2, 5, 8	1	Relay 1, 2, 5, dan 8 Aktif	Sesuai
			1	Relay 3 Tidak Aktif	Sesuai
			3, 6	Relay 3 dan 6 Aktif	Sesuai
			8	Relay 8 Tidak Aktif	Sesuai
6.	Menekan tombol angka 1, 3, 4, dan 6, kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol angka 2, 4, dan 9	1, 3, 4, 6	1	Relay 1, 3, 4, dan 6 Aktif	Sesuai
			2	Relay 2 Aktif	Sesuai
			4	Relay 4 Tidak Aktif	Sesuai
			9	Sistem menampilkan pesan kesalahan penekanan tombol angka dan menampilkan status Relay terakhir	Sesuai

Secara keseluruhan, pengujian yang dilakukan untuk melihat perilaku sistem kendali menggunakan metode *black box testing* telah **sesuai dengan yang diharapkan**.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam pengembangan sistem kendali perangkat elektronika berbasis Arduino UNO R3 ini dapat disimpulkan bahwa (1) pengembangan sistem kendali sangat mungkin dilakukan menggunakan modul Arduino UNO dan mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah, (2) perlu menambahkan beberapa variabel yang memungkinkan tombol yang sama ditekan > 1 kali untuk mendapatkan kondisi yang berbeda sehingga menghemat tombol yang digunakan. Kemudian sebagai saran untuk pengembangan sistem kendali yang lebih baik dikemudian hari, (1) mengganti modul Arduino UNO dengan modul Arduino varian lainnya seperti Arduino MEGA untuk pengendalian perangkat yang lebih banyak lagi, (2) perlu dibuatkan sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan posisi PC/laptop sebagai pengendali, (3) jika proses pengendalian masih menggunakan PC atau

laptop, maka dibutuhkan sebuah mekanisme dalam program untuk menghilangkan kegiatan penekanan tombol "SEND" pada *serial monitor* ketika sebuah angka dimasukkan diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Akhir kata sebagai penutup, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penyelesaian penelitian ini.

1. rekan-rekan sejawat yang telah memberikan dukungan moril untuk terus menggali hal-hal baru untuk memperkaya ilmu pengetahuan melalui tulisan ilmiah,
2. pihak universitas yang memberikan keleluasan untuk memaksimalkan penggunaan perangkat yang tersedia di Laboratorium,

Harapan penulis semoga dengan tulisan ilmiah ini dapat memberikan kontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Ardi Amir, Muhammad Nur Faisal. 2015. Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web. *Jurnal Mekanikal*, 6(2), 577 – 584.
- Explain That Stuff. 2015. Explain That Stuff: Relays. Diakses pada tanggal 5 Juni 2016 dari laman situs <http://www.explainthatstuff.com/howrelayswork.html>.
- Fatoni, A., Rendra, D. B. 2014. Perancangan Prototipe Sistem Kendali Lampu Menggunakan Handphone Android Berbasis Arduino. *Jurnal Sistem Komputer*, 1(1), 24 – 30.
- Girsang, W. S., Batubara, F. R. 2014. Perancangan dan Implementasi Pengendali Pintu Pagar Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Ilmiah Singuda Ensikom Universitas Sumatera Utara*, 2(7), 105 – 112.
- Iyuditya, Dayanti, E. 2013. Sistem pengendali Lampu Ruangan secara Otomatis Menggunakan PC Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. Jurusan Teknik Informatika. *Jurnal Online ICT STMIK IKMI Cirebon*, 10, 1 – 7. Diambil dari <http://stmik-ikmi-cirebon.net/e-journal/index.php/JICT/article/view/55/55-303-2-PB.pdf>.

- Rahmiati, P., Firdaus, G., Fathorrahman, N. 2014. Implementasi Sistem Bluetooth Menggunakan Android dan Arduino untuk Kendali peralatan Elektronik. *Jurnal ELKOMIKA Institut Teknologi Nasional Bandung*, 1(2), 1 – 14.
- Roger S. Pressman. 2010. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 7th Edition. New Jersey: McGraw Hill Education.
- Satrio Adhi Nugroho, I Ketut Dedy Suryawan, I Nyoman Kusuma Wardana. 2015. Penerapan Mikrokontroler Sebagai Sistem Kendali Perangkat Listrik Berbasis Android. *Jurnal Eksplora Informatika*, 4(2), 135 – 144.
- Syofian, A. 2016. Pengendalian Pintu Pagar Geser Menggunakan Aplikasi Smartphone Android dan Mikrokontroler Arduino melalui Bluetooth. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 1(5), 45 – 50.
- Wibowo, S. 2014. Perancangan Sistem Kontrol Jarak Jauh Berbasis Web untuk Memudahkan Pengguna dalam Pengendalian Perangkat Listrik Rumah Tangga. *Jurnal J-Intech STIKI Malang*, 2(2), 1 – 8.
- Sugiyono, Prof. Dr. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Cetakan XI, Alfabeta. Bandung.