

SAKLAR OTOMATIS SISTEM KONTROL TERPADU MENGUNAKAN ARDUINO UNO

AUTOMATIC SWITCH WITH INTEGRATED CONTROL SYSTEM USING ARDUINO UNO

Oleh : Ilham Hamiddin, Universitas Negeri Yogyakarta, E-mail : ilham.hamiddin@student.uny.ac.id

Abstrak

Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO bertujuan untuk merancang dan mengetahui unjuk kerja dari sistem kontrol terpadu sebagai saklar otomatis menggunakan Arduino UNO. Pembuatan Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu identifikasi kebutuhan, analisis kebutuhan, blok diagram rangkaian, perancangan sistem, langkah pembuatan alat, diagram alur program, pengujian alat dan pengambilan data. Alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino UNO, sensor ultrasonik yang berfungsi mendeteksi gerakan, modul relay yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan peralatan listrik, modul *bluetooth* yang berfungsi sebagai jembatan komunikasi dengan *user*, rangkaian *assembly* yang berfungsi sebagai penunjuk status relay, rangkaian gerbang logika yang berfungsi sebagai penunjuk status sistem dan mengalirkan tegangan cadangan dari baterai, rangkaian *charging* baterai, rangkaian tegangan DC, LED indikator relay dan sistem sebagai penunjuk kinerja alat. Hasil pengujian Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO ini mampu berfungsi dengan baik. Setelah dilakukan pengujian unjuk kerja keseluruhan rangkaian, LED indikator relay dan sistem yang digunakan sebagai penunjuk kinerja alat, *output* yang dihasilkan sudah sesuai dengan *input* yang diberikan, dengan *output* rangkaian LED indikator untuk relay berupa LED hijau, dan *output* rangkaian LED indikator untuk sistem berupa LED hijau dan LED merah. Sensor jarak ultrasonik HC-SR04 yang dipasang juga sudah mampu bekerja dengan baik, dapat menyalakan relay ketika ada gerakan pada jarak kurang lebih 50 cm.

Kata kunci : Arduino UNO, Saklar Otomatis, *Analog System*, Sensor Ultrasonik, Sistem Kontrol Terpadu

Abstract

Automatic Switch with Integrated Control System using Arduino UNO intended to construct and to know the performance of the integrated control system as Automatic switch using Arduino UNO. This Automatic Switch with Integrated Control System using Arduino UNO created with several stages: identification of needs, analysis of needs, circuit diagram block, system design, steps of making, program flow diagram, testing and data retrieval. This system uses Arduino UNO microcontroller, ultrasonic sensor as motion detector, relay module as electric switch to turn on and off the electrical equipment, bluetooth module as communication bridge with user, assembly circuit as relay status display, logic gate circuit as system status display and electric switch to supply backup voltage from battery, battery charging circuit, DC voltage circuit, LED indicator of system and relay to know the performance of the whole system. The testing result of Automatic Switch with Integrated Control System using Arduino UNO is able to function well. After performance testing for whole circuit conducted, LED indicator of system and relay that used to test the performance of system, from the output generated are able to matched with the input given, with the output of the LED indicator of relay is green LED, and the output of LED indicator of system are red and green LED. Ultrasonic sensor HC-SR04 that used, is able to function well by being able to turn on the relay when a motion is detected between ranges of 50 cm.

Keywords: Arduino UNO, Automatic Switch, *Analog System*, Ultrasonic sensor, *Integrated Control System*

PENDAHULUAN

Mematikan dan menyalakan peralatan listrik selama ini masih dilakukan secara manual dengan masih menggunakan saklar atau stop kontak yang selalu terhubung dengan sumber listrik. Sehingga penggunaannya tidak dapat dimonitoring secara langsung dan dikendalikan secara otomatis, karena terkadang, ada peralatan listrik yang sudah tidak dipakai, tidak dicabut dari stop kontak karena lupa, atau peralatan listrik yang memang selalu terhubung pada sumber listrik, tidak dimatikan saklarnya ketika tidak digunakan lagi. Semua hal ini berujung pada pemborosan energi listrik, yang dapat terjadi secara tidak sadar (Desjardins, 2016).

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem kontrol terpadu yang dapat membantu dalam memonitoring peralatan listrik secara langsung dan mengendalikannya agar pemborosan listrik dapat diminimalisir, dengan konsep kerja layaknya saklar otomatis, dimana peralatan listrik dapat dimonitoring dan dikendalikan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang diatur.

Berdasarkan permasalahan ada 3 identifikasi masalah antara lain (1) pemborosan energi listrik yang sering terjadi pada peralatan listrik yang dipakai sehari-hari, (2) penggunaan energi listrik yang tidak dapat dimonitoring, (3) belum adanya saklar otomatis dalam bentuk sistem kontrol terpadu.

Adapun rumusan masalah dari latar belakang masalah yang ada antara lain: (1) bagaimana merealisasikan *hardware* saklar otomatis sistem kontrol terpadu menggunakan Arduino UNO, (2) bagaimana merealisasikan *software* saklar otomatis sistem kontrol terpadu menggunakan Arduino UNO, (3) bagaimana unjuk kerja saklar otomatis sistem kontrol terpadu menggunakan Arduino UNO.

Saklar Otomatis

Penggunaan Saklar otomatis merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik. Ide ini muncul dalam upaya menghindari pemborosan energi listrik, yang sering terjadi ketika beban listrik sering dibiarkan begitu saja dalam keadaan tidak terpakai, salah satu contohnya adalah lampu (Suhinar, 2016)

Salah satu pengaplikasian dalam pengendalian beban listrik dengan saklar otomatis ialah dengan memberikan sensor pada beban yang ingin diatur penggunaannya, sebagai contoh yaitu pompa air. Pompa air ini dapat dilengkapi dengan sensor ultrasonik, yang dapat mengukur ketinggian air, sehingga apabila sensor mendeteksi air pada jarak tertentu, maka secara otomatis akan memutus aliran listrik ke lampu, sehingga berhenti bekerja.

Jika dipandang dari segi ekonomis, dengan memasang saklar otomatis, maka pemborosan energi listrik dapat dihindari, dan penggunaannya pun menjadi terkontrol.

Sistem

Sistem berasal dari bahasa Latin (*systema*) dan bahasa Yunani (*systema*) adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi. Istilah ini sering dipergunakan untuk menggambarkan suatu set entitas yang berinteraksi, di mana suatu model matematika sering kali bisa dibuat.

Dalam sumber lain juga disebutkan, kata “sistem” banyak sekali digunakan dalam percakapan sehari-hari, dalam forum diskusi maupun dokumen ilmiah. Kata ini digunakan untuk banyak hal, dan pada banyak bidang pula, sehingga maknanya menjadi beragam. Dalam pengertian yang paling umum, sebuah sistem adalah

sekumpulan benda yang memiliki hubungan di antara mereka (Fredri, 2017).

Sistem Kontrol

Dalam buku “*Control Systems Engineering*”, sistem kontrol adalah sistem yang terdiri dari *subsystems* dan proses pemasangan dengan tujuan untuk mengontrol output dari sebuah proses (S. Nise Norman, 2015: 2-3).

Sebagai contoh, sebuah tungku menghasilkan panas, yang merupakan hasil dari bahan bakar yang diberikan. Dalam proses ini, bahan bakar yang diberi merupakan sebuah *input*, dan panas yang harus dikontrol adalah *outputnya*. Sedangkan proses dalam alat ini, *input* yang diberikan merupakan sensor, dan relay merupakan *output* yang harus dikontrol dengan sistem.

Sistem kontrol dibuat untuk memenuhi 4 alasan utama, yaitu untuk *power amplification* atau penguatan daya, *remote control* atau kontrol yang dapat dikendalikan, *convenience of input form* atau kesesuaian terhadap bentuk-bentuk input yang ada, dan *compensation of disturbances* atau penggantian akan gangguan-gangguan yang ada.

Sistem Kontrol Terpadu

Pengertian terpadu sendiri, menurut kamus KBBI, adalah “sudah dipadu (disatukan, dilebur menjadi satu, dan sebagainya)”. Kata terpadu memiliki arti yang sama dengan kata integrasi, dan terpusat, yang keduanya sering digunakan untuk mendefinisikan kondisi yang bersatu.

Sistem kontrol terpadu dapat diartikan kumpulan sistem yang disatukan, yang mana sistem tersebut terdiri dari *subsystems* dan proses pemasangan yang bertujuan untuk mengolah, dan mengeluarkan output tertentu, dari hasil input yang diberikan.

Arduino UNO

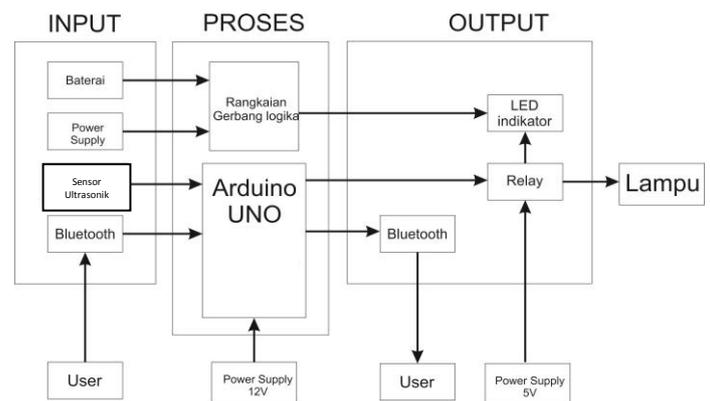
Arduino UNO adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328 .Board

ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 input *analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap antara lain: blok diagram, perancangan sistem, pengujian alat, dan pengoprasian alat.

Blok Diagram



Gambar 1. Blok diagram rangkaian

Gambar 1 merupakan blok diagram rangkaian sistem keseluruhan proses yang diimplementasikan pada pembuatan alat ini yang meliputi blok input, blok proses, blok keluaran, catu daya, serta user, dan lampu. Penjelasan bagian-bagian blok pada gambar 1 sebagai berikut :

Blok *input* terdiri dari 2 bagian proses yang terpisah. Proses pertama terdiri dari power supply dan baterai. Kedua komponen ini digunakan untuk rangkaian gerbang logika, yang akan diproses pada blok proses, dan dikeluarkan dalam bentuk LED yang menyala pada blok output. Proses kedua terdiri dari sensor ultrasonik, dan *bluetooth*. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi gerakan, sedangkan

bluetooth digunakan untuk menyampaikan sinyal dari user menuju Arduino UNO untuk diproses lebih lanjut.

Blok *process* yaitu terdiri dari 2 proses yang terpisah. Proses pertama ialah pada rangkaian gerbang logika. 2 buah input berupa tegangan dari power supply dan baterai diolah dalam rangkaian gerbang logika, untuk ditentukan hasilnya dalam bentuk LED yang menyala pada blok output. Proses kedua ialah pada Arduino UNO. Mendapat 2 buah input berupa *bluetooth* dan sensor ultrasonik, untuk diproses dan ditentukan keputusannya ke blok output.

Blok *output* yaitu terdapat LED indikator, relay dan *bluetooth*. Ketika rangkaian gerbang logika mengirimkan sinyal pada LED indikator, maka akan menyala LED sesuai dengan kondisi yang diproses oleh rangkaian gerbang logika. Ketika Arduino UNO mengirimkan sinyal pada relay, maka relay akan bekerja sesuai dengan kondisi yang diberikan Arduino UNO berdasarkan input yang telah diproses, sedangkan *bluetooth* pada blok ini berfungsi mengirimkan kondisi relay kembali pada user.

Perancangan Sistem

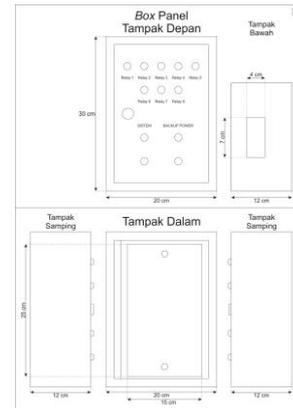
Perancangan saklar otomatis sistem kontrol terpadu menggunakan Arduino ini terdiri dari perancangan *hardware* dan *software*

1. Hardware

perancangan *hardware* meliputi perancangan desain *box* panel, rangkaian catu daya, rangkaian *charging* baterai, rangkaian modul *bluetooth*, rangkaian sensor ultrasonik, rangkaian LED indikator, dan rangkaian *assembly*.

a. Desain *box* panel

Pada pembuatan sistem ini, *box* yang dipakai merupakan jenis *box* panel lisrik dengan ukuran 20 x 30 x 12 cm (panjang x tinggi x lebar), *box* panel ini nantinya akan menjadi tempat rangkaian-rangkaian sistem kontrol akan dipasang. Berikut desain *box* panel



Gambar 2. Desain *box* panel

Desain panel *box* seperti yang dijelaskan oleh gambar 3, menggunakan panel *box*, yang terbuat dari plat besi dengan ketebalan 1,2 mm, dengan berat kurang lebih 1,5 Kg. Dengan LED yang ditandai dengan huruf “Relay 1” hingga “Relay 8”, “SISTEM” dan “BACKUP POWER”, mempunyai besar lubang 8 mm, yang setiap lubang dipasang LED 5 mm. Dengan kabel Listrik untuk sistem kontrol akan dimasukkan melalui lubang yang terdapat di bagian bawah *box* panel.

b. Rangkaian catu daya

Rangkaian catu daya ini menyediakan tegangan yang stabil untuk alat agar dapat berkerja dengan baik. Dengan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC (*Direct Current*) yang stabil, diharapkan lonjakan maupun penurunan tegangan dari PLN tidak mempengaruhi kinerja sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis ini.

Rangkaian dalam sistem kontrol untuk saklar otomatis ini, hanya membutuhkan 2 variasi besaran tegangan DC, yaitu +5V, dan +12V, yang akan digunakan untuk *supply* tegangan modul Arduino UNO dengan 12V, modul relay dengan 5V, modul *charging* dengan 5V, dan rangkaian *assembly* dengan 12V dan 5V.

c. Rangkaian *charging* baterai

Sumber tegangan 5 Volt dari baterai berfungsi sebagai tegangan *back-up*, yang mana jika listrik AC 220 Volt mati, maka sistem masih dapat menyala. Langkah pembuatan dalam merangkai modul yang

dapat menyediakan 5 Volt baterai yaitu menghubungkan baterai lithium 3,7 Volt dengan *charging* modul, untuk kemudian dihubungkan modul *step-up* tegangan dengan Arduino UNO dan rangkaian gerbang logika.

d. Rangkaian modul *bluetooth*

Agar sistem kontrol dapat berkomunikasi dengan *user* dibutuhkan sebuah *interface* yang dapat menghubungkan keduanya, digunakan modul *bluetooth* HC-05. Modul ini terdiri dari rangkaian IC *bluetooth* HC-05, beserta regulator tegangan dan LED indikator. Rangkaian modul *bluetooth* akan dihubungkan di pin Rx dan TX Arduino yang berada pada pin “D0” dan “D1”

e. Rangkaian sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik ini akan menentukan apakah ada benda pada jarak jangkauannya, dengan pemasangan terdapat pada rangkaian *assembly*. Berikut adalah beberapa fitur yang digunakan dalam modul ini:

1) Pin 5V

Pin 5V digunakan untuk mensupply modul sensor ultrasonik.

2) Pin GND

Pin GND digunakan sebagai ground pada modul.

3) Pin Trig

Pin ini berfungsi untuk mengirim sinyal ultrasonik, dan digunakan sebagai input sinyal dari Arduino

4) Pin Echo

Pin ini merupakan pin yang berfungsi sebagai output, dimana nantinya pin ini akan mengeluarkan besaran waktu yang nantinya diolah lebih lanjut di Arduino agar didapat jarak antara benda dan sensor ultrasonik.

f. Rangkaian LED indikator

Rangkaian ini disebut juga rangkaian LED indikator dikarenakan fungsinya untuk menampilkan LED berdasarkan logika yang diberi.

Rangkaian LED indikator ini berfungsi untuk menunjukkan status sistem akan *power supply* yang sedang aktif. Rangkaian LED indikator ini memakai pengaplikasian transistor sebagai gerbang logika, yang mana dengan input pertama memakai sinyal +5V dari *power supply*, yang mewakili listrik yang masih menyala, dengan adanya tegangan yang dihasilkan oleh *power supply*, dan input yang kedua memakai tegangan +5V dari modul *charging*, yang mewakili tegangan dari baterai.

g. Rangkaian *assembly*

Rangkaian ini berfungsi sebagai rangkaian pemasangan. Dimana didalam rangkaian ini terdapat : rangkaian untuk pemasangan sensor, pin-pin header dengan variasi tegangan dari 12V hingga 3,3V untuk sensor, rangkaian indikator LED, dan rangkaian untuk pemasangan *bluetooth*.

2. Software

a. Algoritma Program

1) Start

2) ON =1; OFF=0; Input = serialRead; *bluetooth*; Sensorpin = 2

3) Set relay1=OUTPUT; relay2=OUTPUT; relay3=OUTPUT; relay4=OUTPUT; relay5=OUTPUT; relay6=OUTPUT; relay7=OUTPUT; dan relay8=OUTPUT.

4) Set kondisi relay=OFF

5) Baca EEPROM

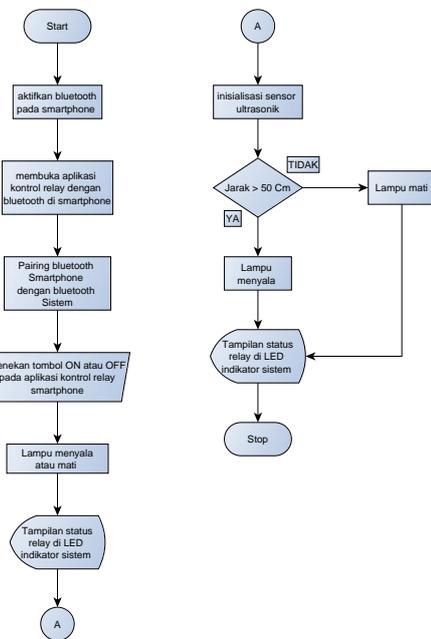
6) Trigpin=INPUT, dan EchoPin=OUTPUT

7) Apakah serialmasuk > 0; jika Ya, apakah Input=huruf besar; jika YA, set relay=HIGH, dan tulis data di EEPROM, jika TIDAK, set relay=LOW, dan tulis data di EEPROM

8) Input akan bervariasi dari huruf “B” hingga “H” dan dari huruf “b” hingga huruf “h”, huruf besar akan membuat relay menyala, dan huruf kecil akan membuat relay mati.

- 9) Jika TIDAK ada serial masuk maka, apakah jarak > 50 cm; jika YA, relay1=HIGH, dan kembali ke step 7; jika TIDAK relay1=LOW, dan kembali ke step 7
 - 10) Stop
- b. Algoritma sistem
- 1) Start
 - 2) Aktifkan *bluetooth* pada *smartphone*
 - 3) Membuka aplikasi kontrol relay dengan *bluetooth* di *smartphone*
 - 4) Pairing *bluetooth* *smartphone* dengan *bluetooth* sistem
 - 5) Menekan tombol ON atau OFF pada aplikasi kontrol relay di *smartphone*
 - 6) Lampu menyala atau mati
 - 7) Tampilan status relay di LED indikator sistem
 - 8) Inisialisasi sensor ultrasonik
 - 9) Jika jarak benda lebih dari 50 cm, lampu hidup
 - 10) Jika tidak, lampu mati
 - 11) Tampilan status relay di LED indikator sistem
 - 12) Stop

Flowchart Sistem



Gambar 3. Flowchart sistem

Pengujian Alat

1. Uji fungsional

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat telah bekerja sesuai dengan fungsi dan keinginan. Pengujian fungsional meliputi pengujian tegangan, pengujian titik kerja transistor, pengujian tegangan relay, pengujian sensor ultrasonik, dan pengujian jarak jangkauan *bluetooth*.

2. Uji unjuk kerja

Pengujian unjuk kerja alat dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja sistem. Hal-hal yang perlu diamati antara lain: rangkaian catu daya, rangkaian LED indikator, rangkaian *assembly*, dan kinerja alat dalam merespon input baik dari sensor maupun dari *user* dengan modul *bluetooth*.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa sistem yang telah dirancang, dapat bekerja dengan baik, sebagaimana fungsinya, walaupun masih terdapat sinyal yang terganggu pada saat pembacaan sensor ultrasonik, berikut pembahasan dari pengujian yang telah dilakukan :

1. Pengujian power supply

Power supply pada alat ini menggunakan dua buah IC regulator tegangan yaitu LM7812CV dan LM7805CV. Keduanya pakai untuk menyediakan tegangan untuk rangkaian dan sensor. Pengujian *power supply* ini menggunakan 2 buah indikator yaitu tanpa beban, dan dengan beban. Untuk hasil pengukuran tanpa beban pada LM7812CV, mempunyai hasil yang sama dengan hasil pengukuran dengan beban, dikarenakan tegangan ini dialokasikan untuk mensuplai tegangan sensor yang ada. Sedangkan untuk hasil pengukuran tanpa beban pada LM7805CV ternyata mempunyai selisih dengan hasil pengukuran dengan beban, hal ini dikarenakan, tegangan 5 V ini untuk

mensuplai tegangan arduino, rangkaian *assembly*, rangkaian LED indikator, dan modul relay.

2. Pengujian titik kerja transistor

Indikator pengukuran yang menggunakan V_{be} dan I_c , dikarenakan V_{be} dapat menunjukkan karakteristik kondisi sebuah transistor, dimana jika $V_{be} > 0,7 \text{ V}$, maka transistor akan masuk dalam kondisi saturasi, dengan kondisi arus dari kolektor akan menuju emitor, dan sebaliknya jika $V_{be} < 0,7 \text{ V}$, maka transistor akan masuk dalam kondisi status cut-off, dimana tidak akan ada arus kolektor, karena *switch* transistor dalam keadaan mati.

Hasil pengujian titik kerja transistor pada rangkaian LED indikator, sudah dapat bekerja dengan baik, dengan output tegangan yang dihasilkan sudah sesuai dengan sistem yang dirancang.

3. Pengujian tegangan relay

Tegangan relay yang diukur dalam pengujian, ialah tegangan yang terhubung pada output modul relay, dibandingkan dengan tegangan sinyal yang diterima modul relay.

Dikarenakan modul relay yang digunakan merupakan active-low, sehingga jika ada tegangan 5 Volt, maka pin output relay COM dengan NC tidak akan terhubung, dan berlaku juga sebaliknya. Dalam pengujian, tegangan yang diterima oleh modul relay ialah 0 Volt, sehingga relay dalam kondisi aktif, dan seharusnya pin output relay COM dengan NC akan terhubung.

Berdasarkan pengujian, kondisi output relay pada kondisi modul relay “aktif”, sudah dapat bekerja dengan baik, ini ditandai dengan adanya tegangan antara pin output relay COM dengan NC, yang mana dalam pengujian, pin tersebut dihubungkan dengan tegangan AC, sehingga dapat dilihat, setiap kondisi sudah terdapat tegangan AC yang mengalir, ketika kondisi modul relay aktif.

4. Pengujian sensor ultrasonik

Pembahasan untuk sensor ultrasonik ini hanya dilihat dari unjuk kerjanya saja jika dipadukan dengan sistem, dengan melihat respon relay1 jika sensor ultrasonik mendeteksi barang tertentu atau halangan tertentu yang berjarak lebih atau kurang dari 50 cm.

Dalam pengujian, sensor ultrasonik diprogram agar dapat menyalakan relay jika jarak yang dideteksi lebih dari 50 cm. seperti yang dipaparkan dalam tabel 6 dan 7, sensor sudah bekerja dengan cukup baik, dengan catatan kabel yang dipakai merupakan kabel dengan AWG 24, dan hambatan 0,18 Ohm per meternya.

Dikarenakan kabel yang panjang, sinyal yang dikirim menjadi terlambat dan menumpuk, karena untuk mengirim sinyal ultrasonik sehingga terkadang ketika sensor ultrasonik sudah mendeteksi jarak kurang dari 50, relay1 masih menyala dan mati secara bergantian, akan tetapi berselang beberapa detik, relay1 sudah tidak menyala, dan tetap dalam kondisi tersebut, sampai pengujian selesai.

5. Pengujian bluetooth

Pengujian ini dilakukan untuk melihat seberapa jauh jangkauan modul *bluetooth* jika diaplikasikan dalam alat ini, dan apakah dalam sistem ini dapat dipasang sebuah modul nirkabel yang lainnya untuk berkomunikasi dengan *user*. Pengujian ini terbatas hanya dengan mengukur seberapa jauh modul *bluetooth* dalam *box*, dan diluar *box* alat.

Dalam pengujian yang telah dilakukan, sistem masih dapat diakses lewat *bluetooth* dalam jangka 6 meter, dengan kualitas sinyal yang baik dan kondisi modul *bluetooth* terletak dalam *box* alat, sedangkan jika modul *bluetooth* diletakkan diluar *box* alat, jangkauan *bluetooth* menjadi 13 meter, dengan kualitas sinyal yang bagus.

6. Pengujian unjuk kerja sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah kerja dari setiap komponen sudah berfungsi dengan baik atau belum dengan melihat indikator LED yang terpasang pada alat. Indikator LED ini dapat menunjukkan kinerja modul relay, rangkaian *assembly*, rangkaian gerbang logika (LED indikator), rangkaian *power supply*, dan rangkaian *charging* baterai.

Pengujian ini dilakukan dengan memasang rangkaian *power supply* dengan sumber tegangan AC dari trafo, kemudian sesaat setelah LED indikator menyala, kondisi-kondisi pengujian siap dilakukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem sudah bekerja dengan baik, dan semua rangkaian sudah berfungsi sesuai dengan perancangan awalnya.

Pengujian pertama dilakukan untuk menguji rangkaian gerbang logika (LED indikator), rangkaian *power supply*, dan rangkaian *charging* baterai. Hasil pengujian menunjukkan, pada kondisi pertama dimana tegangan *power supply* dan baterai ada, maka indikator LED alat berwarna hijau pada bagian sistem dan baterai, untuk kondisi kedua dimana tegangan *power supply* ada dan baterai tidak ada, maka indikator LED alat menunjukkan LED hijau pada bagian sistem, dan LED merah pada bagian baterai, sedangkan untuk kondisi ketiga dimana tegangan *power supply* tidak ada dan tegangan baterai ada, maka indikator LED alat menunjukkan, LED merah pada bagian sistem, dan LED hijau pada bagian baterai.

Pengujian kedua dilakukan untuk menguji rangkaian *assembly*, dan modul relay. Ketika Arduino UNO mengirim sinyal untuk menyalakan relay, maka LED hijau yang terhubung di rangkaian *assembly* akan otomatis menyala, dan dalam waktu bersamaan sinyal akan diteruskan ke modul relay. Seperti terlihat dalam percobaan menyalakan relay 1 hingga 8, relay sudah dapat dinyalakan

dengan baik, sesuai dengan sinyal yang dikirim lewat *bluetooth* dari *smartphone*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis dengan Arduino UNO dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Perangkat keras

Perangkat keras sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis telah berhasil dibuat dengan menggunakan beberapa komponen dan rangkaian, diantaranya : rangkaian catu daya sebagai penstabil tegangan pada *power supply*, rangkaian sumber tegangan baterai sebagai *power supply* cadangan, rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi benda, *bluetooth* sebagai jembatan komunikasi antara sistem dengan user, Arduino UNO sebagai pengendali dan pengolah data sistem, relay 4 channel sebagai pengendali peralatan listrik, rangkaian *assembly* dan gerbang logika sebagai penunjuk kerja relay dan tegangan pada sistem.

2. Perangkat lunak

Perangkat lunak yang diaplikasikan dalam sistem ini menggunakan pemrograman bahasa C/C++ dengan *compiler* buatan Arduino UNO sendiri yang dinamakan Arduino IDE. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, perangkat lunak ini sudah dapat berjalan dengan baik untuk menyalakan peralatan listrik, dan membaca data sensor.

3. Unjuk kerja

Unjuk kerja sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis dengan Arduino UNO sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sensor ultrasonik sudah berhasil mendeteksi benda pada jarak lebih dari 50 cm, dan dapat menghidupkan lampu. Modul *bluetooth* sudah berhasil mengirimkan sinyal dari user menuju sistem untuk menghidupkan dan mematikan lampu, dan berhasil mengirim umpan balik tentang kondisi lampu. Tegangan cadangan pada sistem sudah

berhasil menyediakan tegangan pada sistem ketika listrik mati. Rangkaian *assembly* dan gerbang logika sudah berhasil menampilkan kondisi relay dan tegangan secara *real-time* melalui LED indikator yang menyala. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, unjuk kerja alat telah bekerja dengan baik

Keterbatasan Alat

Ada beberapa kendala saat melakukan pembuatan proyek akhir ini, sehingga ada hal-hal yang perlu diperlu diperhatikan, Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO, memiliki beberapa keterbatasan dalam pembuatannya, antara lain yaitu:

1. IC regulator tegangan yang digunakan menjadi panas saat sistem dinyalakan.
2. Sensor ultrasonik yang terkadang mengirim sinyal yang tidak beraturan ketika awal sistem dinyalakan.
3. Alat yang dirancang sangat tidak cocok digunakan untuk rumah yang sudah dibangun.
4. Tidak cukup relevan nya sinyal yang dikirim oleh sensor dengan jarak lebih dari 10 meter.

Saran

Pembuatan proyek akhir ini ternyata terdapat beberapa kekurangan sehingga diperlukan pengembangan lagi lebih lanjut. Saran membangun dibutuhkan untuk menyempurnakan alat ini, antara lain sebagai berikut:

1. IC regulator perlu diganti dengan IC yang dapat mengubah arus hingga 2 Ampere.
2. Perlunya sensor dikalibrasi terlebih dahulu agar sinyal yang dihasilkan beraturan.
3. Perlu adanya pengembangan lagi terkait jarak jangkauan sinyal sensor dengan kabel yang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Desjardins, J. (2016). *What Uses The Most Energy In Your Home*. 14 Januari 2018.
<https://www.visualcapitalist.com/what-uses-the-most-energy-home/>
- Fredi, Kurniawan (2017). Pengertian Sistem Secara Umum Menurut Para Ahli. 4 Februari 2018.
<http://fredikurniawan.com/pengertian-sistem-secara-umum-dan-menurut-para-ahli/>
- Norman S. Nise (2015). *Control System Engineering Sixth Edition*. US: John Wiley & Sons, Inc
- Suhinar (2016). Contoh Saklar Otomatis dan Aplikasinya. 10 Januari 2019.
<http://www.listrik-praktis.com/2016/04/4-contoh-saklar-otomatis-dan-aplikasinya.html>