

Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Rumah Tinggal Menggunakan Smartphone Berbasis Mikrokontroler Di Sukaharja Kabupaten Ketapang

Syarif Ishak Alkadri

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang

ishakalkadri@gmail.com

ABSTRACT

A recent technological development in many developments such as small shophouses and residential houses has made practitioners create ideas that are very useful for society in life today, especially the number of theft cases that target residential houses. The occurrence of the theft was due to a lack of security, causing the thieves to intend to look for opportunities to enter the house. To overcome this problem arises the design and control systems using a smartphone-based microcontroller. The open source operating system on an Android smartphone can be used to make a light controller and servo motor application to play CCTV using Arduino UNO (Microcontroller AT Mega 328). Android applications are used as input commands to the microcontroller circuit via a bluetooth module connector. The servo motor controller system for playing CCTV uses 3 output pins on the microcontroller, and for the light controller system uses output pins 3,4,5,6,7,9,10,11,13 on the microcontroller, the light controller system pins are connected with 2.2K ohm resistor for lights with a current (DC), and for lamps with a current (AC) using relay modules, relay modules function as a switch. The results obtained by the servo motor can rotate 180° and 9 lights can work controlled with an Android smartphone.

Keywords: *Android application, Bluetooth, Microcontroller, Monitoring, Lighting*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam suatu perkembangan teknologi saat ini banyaknya pembangunan seperti rumah-rumah tinggal dan ruko-ruko kecil sehingga membuat para praktisi menciptakan inovasi atau ide-ide yang sangat berguna untuk masyarakat di dalam kehidupan saat ini, apalagi banyaknya kasus pencurian yang mengincar rumah-rumah tinggal. Terjadinya pencurian tersebut dikarenakan kurangnya pengamanan sehingga menyebabkan pencuri berniat mencari kesempatan untuk masuk ke rumah tersebut.

Mikrokontroler adalah salah satu teknologi yang membantu kehidupan manusia agar mempermudah pekerjaan, salah satu bentuk sistem akses mikrokontroler yang saat ini banyak dikembangkan adalah pada sistem kontrol menggunakan *smartphone android*, hal ini memungkinkan seseorang dapat mengontrol suatu alat seperti lampu, dan motor servo untuk menggerakkan CCTV, tentu sangat berguna untuk menunjang kehidupan masyarakat moderen sekarang.

Maka dari itu untuk menanggulangi masalah tersebut terciptalah alat sistem kendali dan *monitoring* rumah tinggal menggunakan

smartphone berbasis mikrokontroler untuk memantau rumah agar lebih aman dan mempermudah pekerjaan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dirumuskan masalah utama dalam penelitian ini adalah bagaimana mendesain atau merancang sistem *monitoring* rumah berbasis mikrokontroler yang mampu memprogram sebuah alat motor servo untuk memutar CCTV dan menghidup/mematikan lampu menggunakan *smartphone android*

C. Batasan Masalah

Lingkup penelitian ini dibatasi tentang Sistem kendali *on/off* lampu dan sistem kendali *monitoring* menggunakan motor servo dengan memanfaatkan fasilitas *smartphone android* dan *bluetooth*, serta mengaplikasikan kamera agar terhubung ke laptop itu menggunakan aplikasi yang ada di *playstore*, nama aplikasi tersebut adalah *Plug&Play*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Smartphone

Menurut Williams & Sawyer (2011), *smartphone* adalah telepon selular dengan mikroprosesor, memori, layar dan modem bawaan. *Smartphone* merupakan ponsel multimedia yang menggabungkan fungsionalitas PC dan handset sehingga menghasilkan gadget yang mewah, di mana terdapat pesan teks, kamera, pemutar musik, video, game, akses email, tv digital, search engine, pengelola informasi pribadi, fitur GPS, jasa telepon internet dan bahkan terdapat telepon yang juga berfungsi sebagai kartu kredit.



Gambar 1 Smartphone

B. Pengertian Rekayasa Perangkat Lunak

Pengertian menurut Pressman (2010), rekayasa perangkat lunak adalah pembentukan dan penggunaan prinsip rekayasa untuk memperoleh perangkat lunak secara ekonomis yang handal dan dapat bekerja secara efisien pada mesin nyata. Menurut Pressman (2010), rekayasa perangkat lunak mencakup lima aktifitas utama, antara lain :

1. *Communication* sebelum seluruh kegiatan teknis dapat dimulai, sangat diperlukan untuk berkomunikasi dengan pengguna serta seluruh *stakeholder* lainnya. Komunikasi ini bertujuan untuk mengetahui sasaran yang diinginkan oleh seluruh *stakeholder* dan mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk menentukan fitur dan fungsi dari *software*.
2. Perencanaan proyek yang mendefinisikan pekerjaan rekayasa perangkat lunak dengan menjelaskan tugas-tugas teknis yang akan dilakukan, resiko yang mungkin terjadi, sumber daya yang diperlukan, produk yang akan dihasilkan dan jadwal pengerjaan. *Modelling* Sebelum mengkonstruksi suatu program, *developer* perlu melakukan pemodelan dengan tujuan agar *developer* lebih memahami persyaratan *software* sehingga dapat mengkonstruksi *software* yang sesuai dengan ketentuan yang telah dibicarakan dengan seluruh *stakeholder* sebelumnya.

C. Android

Android merupakan salah satu sistem operasi yang sangat berkembang saat ini, dengan berbasiskan linux sistem operasi dirancang untuk mengembangkan perangkat seruler layar sentuh seperti *smartphone* dan juga komputer tablet. android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi yang digunakan oleh bermacam piranti gerak.

Salah satu penyebab mengapa sistem operasi android begitu gampang diterima oleh pasar dan

dengan cepatnya berkembang, itu dikarenakan android menggunakan bahasa pemrograman java serta kelebihanannya sebagai software yang menggunakan basis kode komputer yang didistribusikan secara terbuka (open source) sehingga pengguna dapat membuat aplikasi baru didalamnya. Dan hal tersebut mengakibatkan banyaknya pengembang *software* yang berbondong-bondong untuk mengembangkan aplikasi berbasis android. Sehingga saat ini dibandingkan dengan OS yang lain untuk perangkat handphone dan pc tablet, android adalah yang mempunyai dukungan aplikasi dan game non berbayar terbanyak bisa diunduh oleh penggunanya melalui google play.

Dengan terdapatnya fitur seperti *browser*, MMS, SMS, GPS, dan lain-lain maka sangat memudahkan penggunanya untuk mendapatkan informasi, mengetahui posisi, serta juga komunikasi antar pengguna.



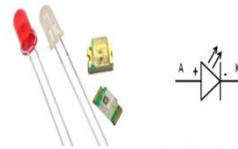
Gambar 2 Android

D. Light Emitting Diode (LED)

Light emitting diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor, warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada remote control TV ataupun remote control perangkat elektronik lainnya.

Bentuk LED mirip dengan sebuah bola lampu yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika, berbeda

dengan lampu pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu tube.



Gambar 3 Bentuk dan Simbol LED

Seperi dikatakan sebelumnya, LED merupakan keluarga dari dioda yang terbuat dari semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub positif (P) dan kutub negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (*bias forward*) dari anoda menuju ke katoda.

LED terdiri dari sebuah *chip* semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan *junction* P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau *bias forward* yaitu dari anoda (P) menuju ke katoda (K), kelebihan *elektron* pada N-type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Saat elektron berjumpa dengan *hole* akan melepaskan *photon* dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna).

E. Closed Circuit Television (CCTV)

Closed Circuit Television (CCTV) adalah penggunaan kamera video untuk mentransmisikan signal video ke tempat spesifik, dalam beberapa set monitor. Berbeda dengan siaran televisi, sinyal CCTV tidak secara terbuka ditransmisikan. CCTV paling banyak digunakan

untuk pengawasan pada area yang memerlukan monitoring seperti bank, gudang, tempat umum, dan rumah yang ditinggal oleh pemiliknya.

Sistem CCTV biasanya terdiri dari komunikasi fixed (dedicated) antara kamera dan monitor. Teknologi CCTV modern terdiri dari sistem terkoneksi dengan kamera yang bisa digerakkan (diputar, ditekuk, dan di-zoom) serta dapat dioperasikan dari jarak jauh lewat ruang kontrol, dan dapat dihubungkan dengan suatu jaringan baik LAN, Wireless-LAN maupun internet.

Sistem CCTV pertama dipasang oleh Siemens AG pada test stand VII di Peenemunde, Jerman pada tahun 1942. CCTV tersebut digunakan untuk mengamati peluncuran V-2 roket, mencatat insinyur dari Jerman Walter Bruch yang bertanggung jawab untuk desain dan instalasi sistem. Sistem perekaman CCTV masih sering digunakan di tempat peluncuran moderen untuk merekam penerbangan roket, untuk menemukan kemungkinan penyebab kerusakan, sementara roket yang lebih besar sering dilengkapi dengan CCTV yang memungkinkan gambar-gambar menjadi tahap pemisahan ditransmisikan kembali ke bumi dengan link radio.

Pada bulan September 1968, Olean, New York adalah kota pertama di Amerika Serikat yang menginstal kamera video sepanjang jalan bisnis utama dalam upaya untuk memerangi kejahatan. Penggunaan kamera televisi sirkuit tertutup untuk perpisaan gambar ke kepolisian olean sehingga mendorong departemen olean ke teknologi terdepan melawan kejahatan. Penggunaan CCTV di kemudian hari menjadi sangat umum di bank dan toko untuk mencegah pencurian, dengan merekam bukti kegiatan kriminal. Penggunaannya lebih lanjut sehingga populer dengan konsep lain. Tempat pertama yang menggunakan CCTV di Britania Raya adalah King's Lynn, Norfolk.

Dalam dekade belakangan ini, terutama dengan ketakutan kejahatan umum berkembang pada 1990-an/2000-an, dan penggunaan ruang

publik kamera pengintai telah mati, khususnya di beberapa negara seperti Britania Raya.

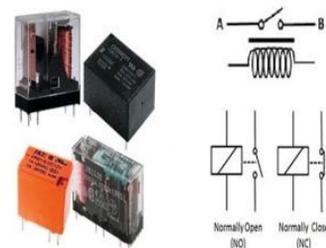


Gambar 4 Closed Circuit Television (CCTV)

F. Relai

Relai adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. Relai juga biasa disebut sebagai komponen *electromechanical* atau elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu coil atau elektromagnet dan kontak saklar atau mekanikal.

Komponen relai menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi. Berikut adalah gambar relai dan simbol relai.



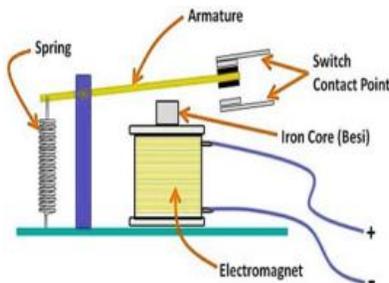
Gambar 5 Relai dan Simbol Relai

Seperti yang telah dikatakan tadi bahwa relai memiliki fungsi sebagai saklar elektrik. Namun jika diaplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, relai memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut adalah beberapa fungsi komponen relai saat diaplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika.

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan *signal* tegangan rendah.
2. Menjalankan fungsi logika alias *logic function*.

3. Memberikan fungsi penundaan waktu alias *time delay function*.
4. Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau korsleting.

Setelah mengetahui pengertian dan fungsi relai, berikut adalah cara kerja atau prinsip kerja relai yang juga harus anda ketahui. Namun sebelumnya anda perlu tahu bahwa dalam sebuah relai terdapat 4 buah bagian penting yakni *electromagnet*, *armature*, *switch contact point* (saklar), dan *spring*. Untuk info lebih jelasnya silahkan lihat gambar di bawah ini.



Gambar 6 Cara kerja Relai

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa sebuah besi (*iron core*) yang dililit oleh kumparan *coil*, berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila kumparan *coil* dialiri arus listrik, maka akan muncul gaya elektromagnetik yang dapat menarik *armature* sehingga dapat berpindah dari posisi sebelumnya tertutup (NC) menjadi posisi baru yakni terbuka (NO).

Dalam posisi (NO) saklar dapat menghantarkan arus listrik. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *armature* akan kembali ke posisi awal (NC). Sedangkan *coil* yang digunakan oleh relai untuk menarik *contact poin* ke posisi *close* hanya membutuhkan arus listrik yang relatif cukup kecil.

1. NC atau *normally close* adalah kondisi awal relai sebelum diaktifkan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup).
2. NO atau *normally open* adalah kondisi awal relai sebelum diaktifkan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka).

G. Motor Servo

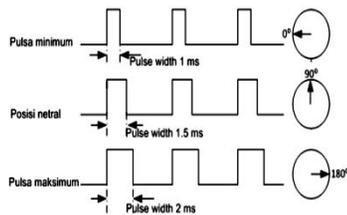
Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang dan terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation 180° dan servo rotation continuous.

Prinsip Kerja Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (pulse wide modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5

ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 7 (Pulse Wide Modulation) PWM

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.



Gambar 8 Motor Servo

H. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Penggunaan mikrokontroler lebih menguntungkan daripada

penggunaan mikroprosesor. Hal ini dikarenakan dengan mikrokontroler tidak perlu lagi penambahan memori dan I/O external selama memori dan I/O internal masih bisa mencukupi. Selain itu proses produksinya secara massal, sehingga harganya menjadi lebih murah dibandingkan mikroprosesor. Pada sebuah chip mikrokontroler umumnya memiliki fitur-fitur sebagai berikut :

1. Central processing unit mulai dari processor 4-bit yang sederhana hingga processor kinerja tinggi 64-bit.
2. Input/output antarmuka jaringan seperti serial port (UART).
3. Antarmuka komunikasi serial lain seperti IC, serial peripheral interface dan controller area network untuk sambungan sistem.
4. Periferal seperti timer dan watchdog.
5. RAM untuk menyimpan data.
6. ROM, EPROM, EEPROM atau flash memori untuk menyimpan program dikomputer.
7. Pembangkit clock biasanya berupa resonator rangkaian RC.
8. Pengubah analog ke digital.

Secara teknis, hanya ada 2 macam mikrokontroler. Pembagian ini didasarkan pada kompleksitas instruksi-instruksi yang dapat diterapkan pada mikrokontroler tersebut. Pembagian itu yaitu RISC dan CISC.

- RISC merupakan kependekan dari reduced instruction set computer. Instruksi yang dimiliki terbatas, tetapi memiliki fasilitas yang lebih banyak.
- Sebaliknya, CISC kependekan dari complex instruction set computer. Instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya. Masing-masing mempunyai keturunan atau keluarga sendiri-sendiri. jenis-jenis mikrokontroler yang telah umum digunakan:

1) Keluarga MCS51

Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus clock. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur Harvard dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler chip tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan chip yang terpisah untuk akses program dan memori data.

Salah satu kemampuan dari mikrokontroler adalah pemasangan sebuah mesin pemroses boolean yang mengizinkan operasi logika boolean tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register internal dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (programmable logic control).

2) Programmable Interface Controller (PIC)

Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari programmable interface controller. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi programmable intelligent computer. PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur harvard yang dibuat oleh microchip technology. Awalnya dikembangkan oleh divisi Mikroelektronik general instruments dengan nama PIC1640. Sekarang microhip telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam. PIC cukup populer digunakan oleh para developer dan para penghobi karena biayanya yang rendah, ketersediaan dan penggunaan yang luas, database aplikasi yang besar, serta pemrograman dan pemrograman ulang melalui hubungan serial pada computer

3) AVR (Alv and Vegard's Risc Processor)

Mikrokontroler Alv and Vegard's Risc processor atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang

elektronika dan instrumentasi. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx.

a. Mikrokontroler AT Mega 328

ATmega328 adalah chip mikrokontroler 8-bit berbasis AVR-RISC buatan Atmel. Chip ini memiliki 32 KB memori ISP flash dengan kemampuan baca tulis, 1 KB EEPROM, dan 2 KB SRAM. Dari kapasitas memori flash nya yang sebesar 32 KB itulah chip ini diberi nama ATmega328. Chip lain yang memiliki memori 8 KB diberi nama ATmega8, dan ATmega16 untuk yang memiliki memori 16 KB.

Chip ATmega328 memiliki banyak fasilitas dan kemewahan untuk sebuah chip mikrokontroler. Chip tersebut memiliki 23 jalur general purpose I/O (input/output), 32 buah register, 3 buah timer/counter dengan mode perbandingan, interrupt internal dan external, serial programmable USART, 2-wire interface serial, serial port SPI, 6 buah channel 10-bit A/D converter, programmable watchdog timer dengan oscilator internal, dan lima power saving mode. Chip bekerja pada tegangan antara 1.8V ~ 5.5V. Output komputasi bisa mencapai 1 MIPS per Mhz. *Maximum operating frequency* adalah 20 Mhz.

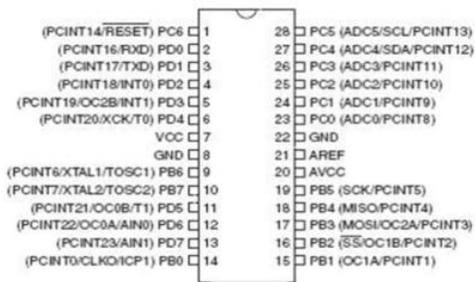
ATmega328 menjadi cukup populer setelah chip ini dipergunakan dalam board arduino. Dengan adanya arduino yang didukung oleh software arduino IDE, pemrograman chip ATmega328 menjadi jauh lebih sederhana dan mudah.



Gambar 9 Mikrokontroler AT Mega 328

b. Arsitektur AT Mega 328

ATMega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATMega8 ini antara lain ATMega8535, ATMega16, ATMega32, ATMega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin input/output), peripheral (USART, timer, counter, dll). Dari segi ukuran fisik, ATMega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATMega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan periperialnya relatif sama dengan ATMega8535, ATMega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas.



Gambar 10 Pin Mikrokontroler AT Mega 328

ATMega328 memiliki 3 buah Port utama yaitu Port B, Port C, dan Port D dengan total pin input/output sebanyak 23 pin. Port tersebut dapat difungsikan sebagai input/output digital atau difungsikan sebagai periperial lainnya.

1. Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output. Selain itu port B juga memiliki fungsi alternatif seperti dibawah ini.

- ICP1 (PB0), berfungsi sebagai timer counter 1 input capture pin.
- OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran pulse width modulation (PWM).
- MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.

d. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).

e. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber clock external untuk timer.

f. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber clock utama mikrokontroler.

2. Port C

Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output digital. Fungsi alternatif port C antara lain sebagai berikut.

a. ADC 6 channel (PC0, PC1, PC2, PC3, PC4, PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital.

b. I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada port C. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau device lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, accelerometer nunchuck.

3. Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti port B dan port C, port D juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

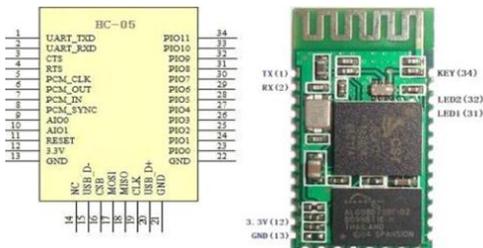
a. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.

b. Interrupt (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi hardware. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi hardware/software maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.

- c. XCK dapat difungsikan sebagai sumber clock external untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan clock dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan external clock.
- d. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan counter external untuk timer 1 dan timer 0.
- e. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan input untuk analog comparator.

I. Modul Bluetooth HC - 05

Bluetooth adalah protokol komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain. Salah satu hasil contoh modul bluetooth yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. Modul bluetooth HC-05 merupakan salah satu modul bluetooth yang dapat ditemukan dipasaran dengan harga yang relatif murah. Modul bluetooth HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda-beda. Untuk gambar modul bluetooth dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



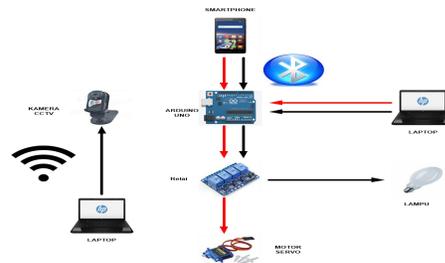
Gambar 11 Modul Bluetooth HC-05

III. METODOLOGI

A. Desain Sistem

Sistem terdiri dari dua bagian besar, yaitu sebuah aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk sistem pengendali on/off lampu dengan pengendali motor servo yang digunakan untuk memutarakan CCTV dan sebuah sistem perangkat keras yang berperan dalam sisi mekanisme sistem. Aplikasi perangkat lunak dibuat sendiri dengan menggunakan website <https://ai2.appinventor.mit.edu>

dibantu dengan program aplikasi arduino IDE yang memungkinkan pengguna untuk dapat mengakses tombol-tombol yang digunakan untuk mengontrol on/off lampu dan mengendalikan motor servo dari smartphone yang memiliki sistem operasi android. Sistem perangkat keras menggunakan beberapa alat dan komponen elektronika yaitu sebuah mikrokontroler arduino UNO, modul bluetooth, lampu LED, resistor, motor servo, kabel, CCTV, laptop, dan smartphone android. Sistem ini bekerja dimana smartphone yang berisikan sistem operasi android digunakan untuk mengontrol on/off lampu dan mengendalikan motor servo agar CCTV berputar kekiri dan kekanan. Hasil desain sistem kendali dan monitoring ada pada gambar 12



Gambar 12 Desain Sistem

B. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari kebutuhan sistem yang akan dibangun. Pada tahap ini akan membahas mengenai perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan prototype sistem kendali dan monitoring rumah tinggal menggunakan smartphone berbasis mikrokontroler.

1) Kebutuhan Perangkat keras

Adapun perangkat keras yang digunakan untuk membangun alat ini adalah sebagai berikut :

1. Laptop HP
2. Smartphone Android Samsung J5 Prime
3. Arduino UNO AT Mega 328
4. Breadboard
5. Relai 9 Volt
6. Module Bluetooth HC 05

7. Resistor 2,2K Ohm
8. Kabel Jumper
9. Kabel USB Arduino UNO
10. Motor Servo Tower Pro SG90
11. CCTV Camera Night Vision P2P

2) Kebutuhan Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk membangun alat ini adalah sebagai berikut :

1. Arduino IDE 1.6.8 Windows
2. Sistem operasi Windows 10 (Ten) 32 bit
3. Website <https://ai2.appinventor.mit.edu>

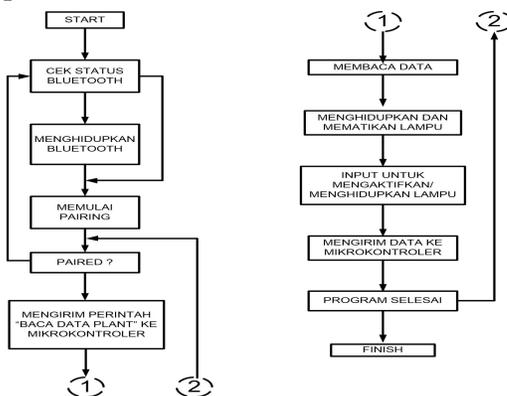
C. Prosedur Rancang Bangun Sistem

Prosedur rancang bangun yang dilakukan dalam membuat sistem rancang bangun sistem kendali dan monitoring rumah tinggal menggunakan smartphone berbasis mikrokontroler adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi pustaka dengan cara mencari dan mengumpulkan data-data objek yang akan dibuat melalui buku-buku, laporan-laporan, jurnal ilmiah, dan internet.
2. Merancang miniatur rumah tinggal, merancang sistem kendali lampu dan motor servo, merancang rangkaian hardware, merancang program software, dan merancang pembuatan aplikasi.
3. Pengujian dan analisa hasil percobaan.

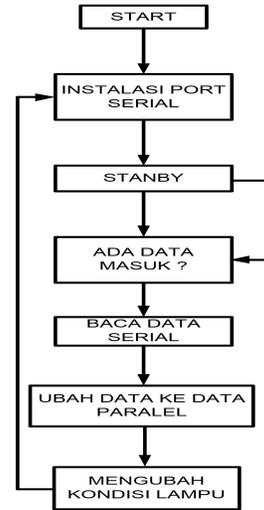
D. Perancangan Flowchart

1) Aplikasi Mobile



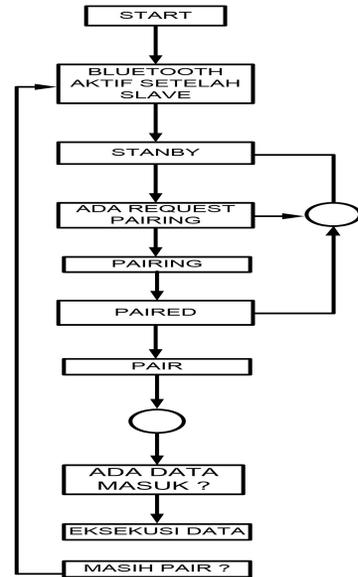
Gambar 13 Flowchart aplikasi mobile

2) Aplikasi Mikrokontroler



Gambar 14 Flowchart aplikasi Mikrokontroler

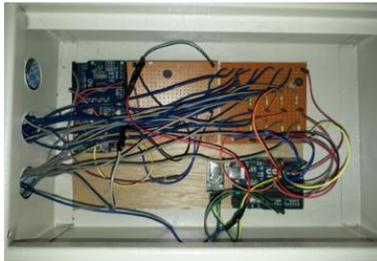
3) Bluetooth pada Mikrokontroler



Gambar 15 Flowchart aplikasi Mikrokontroler

E. Perakitan Alat Pengendali Lampu dan Motor Servo

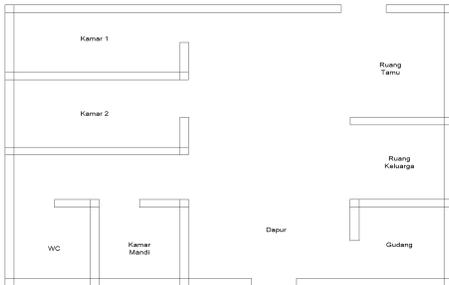
Gambar 13 adalah hasil pembuatan rangkaian sistem kendali dan monitoring, kongurasi hardware keseluruhan pada perakitan hardware direalisasikan pada alat sebenarnya.



Gambar 16. Rangkaian Keseluruhan Alat Sistem Kendali dan Monitoring

F. Desain Miniatur Rumah Tinggal

Gambar 17 adalah hasil pembuatan desain ini hanya memerlukan aplikasi microsoft visio, aplikasi ini cocok untuk membuat denah-denang rumah dari tampak atas. Hasil pembuatan desain miniatur rumah pada gambar 17.



Gambar 17. Desain Miniatur Rumah

G.Membuat Rumah Miniatur

Gambar 18 adalah hasil pembuatan rumah miniatur ini menggunakan papan tipis, dengan menggunakan lem tembak papan-papan tersebut disusun agar berbentuk seperti rumah.



Gambar 18. Miniatur Rumah Tanpa Atap

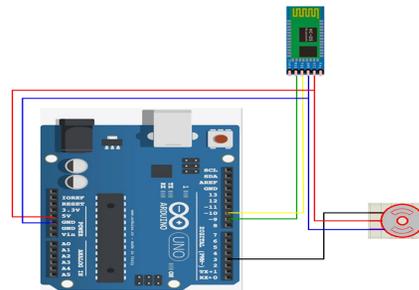
H.Perancangan Sistem Motor Servo

Perancangan sistem motor servo dilakukan dengan beberapa tahap yang diawali dari rangkaian motor servo, program arduino, dan

pembuatan aplikasi yang akan digunakan agar motor servo tersebut dapat bekerja.

1) Rangkaian Sistem Kendali Motor Servo

Gambar 19 adalah hasil dari rangkaian sistem kendali motor servo dimana output dari motor servo itu dihubungkan ke dalam pin 3 arduino, pin RX dari modul bluetooth sebagai input dihubungkan kedalam pin 11 arduino sedangkan pin TX dari modul bluetooth sebagai output dihubungkan kedalam pin 10 arduino. Untuk (+) dan (-) dari modul bluetooth dan motor servo disatukan dan dihubungkan ke pin (+) dan (-) yang terdapat pada arduino tersebut.



Gambar 19. Rangkaian Sistem Motor Servo

2) Program Sistem Motor Servo

Pada saat melakukan program dari aplikasi arduino fungsi setup() dipanggil ketika sketsa dimulai. Struktur ini berguna untuk menginisialisasi variabel, mode pin, memulai menggunakan library, dan lain - lain. Fungsi pengaturan hanya akan berjalan sekali, yaitu setiap power up atau restart board arduino. fungsi loop() berguna untuk melaksanakan / mengeksekusi perintah program yang telah dibuat, fungsi ini akan aktif mengontrol board arduino baik membaca input atau merubah output. Pembuatan program motor servo di lampiran 2.

```

File Edit Sketch Tools Help
PROGRAM_SERVO
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Servo.h>
Servo servo;
int bluetoothIN = 10;
int bluetoothRX = 11;
SoftwareSerial bluetooth(bluetoothIN, bluetoothRX);

void setup()
{
  servo.attach(3);
  Serial.begin(9600);
  bluetooth.begin(9600);
}

void loop()
{
  if (bluetooth.available() > 0)
  {
    int pos1 = bluetooth.read();
    Serial.println(pos1);
    servo.write(pos1);
  }
}
    
```

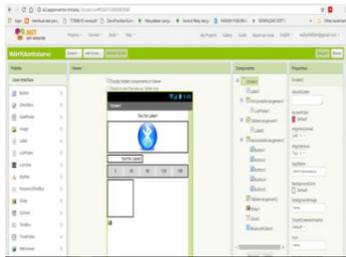
Gambar 20. Program Motor Servo

Gambar 20 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Menetapkan tipe data yang masuk.
- Menetapkan pin 3 sebagai output untuk motor servo.
- Menetapkan baud rate atau kecepatan aliran data, baud rate menggunakan satuan bps (bit per second). Disini baud rate ditetapkan 9600 yang merupakan baud rate standar dari modul bluetooth HC-05.

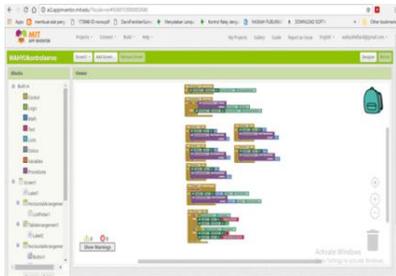
3) Pembuatan Aplikasi Motor Servo

Pada tahap pembuatan aplikasi motor servo pertama-tama harus masuk ke website <https://ai2.appinventor.mit.edu> setelah masuk ke website tersebut lalu daftar dengan menggunakan email lalu buat project aplikasi pengontrol servo, bahan-bahan pembuatan aplikasi motor servo sudah ada didalam website tersebut.



Gambar 21 Pembuatan Desain Aplikasi Motor Servo

Gambar 21 adalah desain pembuatan aplikasi motor servo, pembuatan aplikasi ini didasarkan dengan desain terlebih dahulu dan didahulukan untuk membuat desain bluetooth sebagai penghubung antara smartphone dan arduino. Setelah itu dilakukan pembuatan desain untuk berapa derajat putaran motor servo seperti 0, 45, 90, 135, dan 180 derajat.



Gambar 22. Pembuatan Perintah Aplikasi Motor Servo

Gambar 22 adalah tata cara pembuatan perintah aplikasi pengendali motor servo, dan disana sudah tersedia perintah-perintah yang sangat lengkap sehingga memudahkan untuk membuat aplikasi tersebut. Pembuatan perintah program ada di lampiran 2.



Gambar 23 Aplikasi Pengendali servo

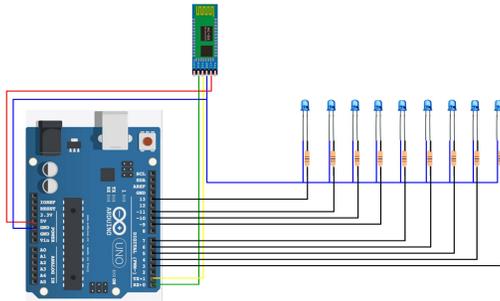
Gambar 23 seperti inilah bentuk aplikasi pengendali motor servo yang akan digunakan pada smartphone, Setelah prosedur diatas diikuti maka langkah selanjutnya adalah memindahkan aplikasi tersebut ke smartphone android dan diinstal dengan menggunakan smartphone yang akan dijadikan sebagai media pengendali motor servo.

I. Perancangan Sistem Pengendali Lampu

Perancangan sistem pengendali lampu dilakukan dengan beberapa tahap yang diawali dari rangkaian pengendali lampu, program arduino, dan pembuatan aplikasi yang akan digunakan agar lampu bisa dikendalikan dengan smartphone.

1) Rangkaian sistem pengendali lampu

Gambar 24 pin 3,4,5,6,7,9,10,11,13. Dijadikan sebagai pin untuk menghidupkan setiap lampu, setiap pin dijamper menggunakan kabel dan dilewati resistor terlebih dahulu agar lampu dapat menyala sesuai dengan berapa ohm resistor tersebut. Untuk modul bluetooth RX dihubungkan ke TX yang ada pada arduino sedangkan TX pada modul bluetooth dihubungkan ke pada RX yang terdapat pada arduino.



Gambar 24. Perancangan Pengendali Lampu

2) Program Aplikasi Pengendali Lampu

Pada tahap pembuatan program pengendali lampu pertama-tama tentukan terlebih dahulu pin-pin dari arduino yang akan digunakan. Setelah itu lalu tentukan case dari pin-pin tersebut.



Gambar 25. Program pengendali 9 lampu

Gambar 25 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Menetapkan tipe data yang masuk
- b. Menetapkan baud rate atau kecepatan aliran data, baud rate menggunakan satuan bps (bit per second). Disini baud rate ditetapkan 9600 yang merupakan baud rate standar modul bluetooth HC-05.
- c. Menetapkan Ruang , Kamar 1, Kamar 2, Ruang Keluarga, Dapur, Gudang, Kamar Mandi, dan WC sebagai output

3) Pembuatan Aplikasi Pengendali Lampu

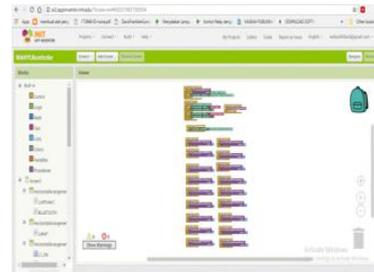
Pada tahap pembuatan aplikasi pengendali lampu ini sama seperti pembuatan aplikasi motor servo pertama-tama harus masuk ke website <https://ai2.appinventor.mit.edu> setelah masuk kewebsite tersebut lalu daftar dengan

menggunakan email lalu buat project aplikasi pengontrol servo, bahan-bahan pembuatan aplikasi motor servo sudah ada didalam website tersebut.



Gambar 26 Pembuatan Desain Aplikasi Pengendali Lampu

Gambar 26 adalah desain pembuatan aplikasi pengendali lampu, pembuatan aplikasi ini didasarkan dengan desain terlebih dahulu dan didahulukan untuk membuat desain bluetooth sebagai penghubung antara smartphone dan arduino. Setelah itu dilakukan pembuatan desain tombol-tombol lampu yang akan digunakan.



Gambar 27 Pembuatan Perintah Aplikasi Pengendali Lampu

Gambar 28 adalah tata cara pembuatan perintah aplikasi pengendali lampu, berikut tahap-tahap pembuatan perintah aplikasi pengendali lampu ada pada lampiran 2.



Gambar 28. Aplikasi Pengendali Lampu

Gambar 28 seperti inilah bentuk aplikasi pengendali lampu yang akan digunakan pada smartphone, setelah prosedur diatas diikuti maka langkah selanjutnya adalah memindahkan aplikasi tersebut ke smartphone android dan diinstal dengan menggunakan smartphone yang akan dijadikan sebagai media pengendali lampu.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Adaptor

Adaptor digunakan sebagai sumber tegangan untuk mengaktifkan mikrokontroler arduino UNO, tegangan yang dibutuhkan arduino UNO sebesar 5-7V DC. Pada pengujian ini input adaptor dihubungkan ke tegangan listrik 220V AC dan output diukur menggunakan multimeter. Hasil pengukuran adaptor menggunakan multimeter, output tegangan adaptor sebesar 5V. Output tegangan adaptor sesuai dengan kebutuhan Arduino UNO, dimana tegangan yang dibutuhkan sebesar 5-7V.

B. Pengujian Modul Bluetooth

Pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa meter jarak paling jauh yang mampu direspon modul bluetooth tanpa penghalang, dan berapa meter jarak paling jauh yang mampu direspon modul bluetooth dengan adanya penghalang. Pada pengujian ini sebelum masuk ke layout pengendali lampu, harus melakukan koneksi dengan device bluetooth terlebih dahulu.

1) Menyambung dan Mengkoneksi Bluetooth Device

Gambar 29 adalah posposisi menyambungkan dan mengkoneksikan bluetooth device ini bertujuan untuk mencoba koneksi antara bluetooth ke smartphone, jika tidak terkoneksi dengan device bluetooth, maka tidak dapat mengendalikan lampu dengan smartphone.



Gambar 29 Menyambungkan Device

2) Pengujian Aplikasi dan Koneksi Bluetooth

Pada mengujian aplikasi didapatkan komunikasi data antara smartphone dengan mikrokontroler, dan diuji coba juga dengan jarak sekitar 20 meter tanpa penghalang dan ada penghalang. Berikut pada tabel 1 adalah hasil pengujian jarak koneksi bluetooth.

Tabel 1 Hasil Pengujian Modul Bluetooth

No	Jarak (Meter)	Tanoa Penghalang	Ada Penghalang
1	2	Terdeteksi	Terdeteksi
2	4	Terdeteksi	Terdeteksi
3	6	Terdeteksi	Terdeteksi
4	8	Terdeteksi	Terdeteksi
5	10	Terdeteksi	Terdeteksi
6	12	Terdeteksi	Terdeteksi
7	14	Terdeteksi	Terdeteksi
8	16	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
9	18	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
10	20	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi

C. Pengujian Mikrokontroler

Pin mikrokontroler (arduino UNO) yang digunakan dalam pembuatan alat adalah pin 3,4,5,6,7,9,10,11,13 dipakai sebagai output. Jika menggunakan lampu dengan arus (AC), pin output dihubungkan dengan relai modul. Jika menggunakan lampu LED dengan arus (DC), pin output dihubungkan dengan resistor 2.2K ohm. Berikut pada tabel 2 adalah hasil pengujian pin output mikrokontroler.

Tabel 2 Hasil Pengujian Pin Output Mikrokontroler

No	Pin Output	Keterangan
1	3	Ready
2	4	Ready
3	5	Ready
4	6	Ready
5	7	Ready
6	9	Ready
7	10	Ready
8	11	Ready
9	13	Ready

D. Pengujian CCTV

Tujuan ngujian CCTV ini adalah untuk mengetahui resolusi kualitas gambar Peyang ditangkap CCTV tersebut, dan juga menguji coba

wifi yang dihasilkan CCTV dapat terhubung dengan smartphone. Berikut pada tabel 3 adalah hasil pengujian jaringan wifi CCTV.

Tabel 3 Hasil Pengujian Jaringan Wifi CCTV

Jaringan Wifi Cctv	Jaringan Wifi Pengguna
Ready	Ready

1) Posisi CCTV Terhubung Dengan Smartphone Atau Laptop

Sebelum melakukan pengujian maka langkah awal yang harus dilakukan adalah menghubungkan CCTV ke smartphone atau laptop seperti pada gambar 30 berikut ini.



Gambar 30. Menghubungkan CCTV ke Smartphone Atau Laptop

2) Pengujian Cctv Dengan Jarak Dan Menggunakan Infrared / Tanpa Infrared

Pada pengujian ini didapatkan hasil pada tabel 4 dimana hasil pada kualitas gambar yang terdapat pada CCTV tersebut.

Tabel 4 Hasil Kualitas Gambar CCTV

No	Jarak Benda Dengan Cctv	Infrared / Non Infrared	Hasil Gambar
1	5 Meter	Non Infrared	

2	10 Meter	Non Infrared	
3	15 Meter	Non Infrared	
4	-	Non Infrared	
5	-	Infrared	

E. Pengujian Motor Servo

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah motor servo bisa bekerja dengan baik atau tidak, maka pada saat melakukan pengujian dilakukan terlebih dahulu dengan menekan tombol angka yang telah disediakan pada aplikasi smartphone, tombol angka tersebut sebagai perintah untuk menggerakkan motor servo. Hasil Pengujian motor servo diuraikan pada tabel pengujian sebagai berikut :

1) Posisi Smartphone Terhubung Dengan Motor Servo

Sebelum melakukan pengujian maka langkah awal yang harus dilakukan adalah menghubungkan motor servo ke smartphone atau laptop. Jika terhubung maka tulisannya TERSAMBUNG dan berwarna hijau, jika tidak terhubung maka tulisannya TIDAK TERSAMBUNG dan berwarna merah, seperti gambar 31 dan 32 berikut ini:



Gambar 21 Posisi Smartphone Terhubung Dengan Motor Servo

2) Posisi Smartphone Tidak Terhubung Dengan Motor Servo

Pada gambar dibawah ini adalah posisi terhubung antara smartphone dengan mikrokontroler.



Gambar 32 Posisi Smartphone Tidak Terhubung Dengan Motor Servo

3) Tabel Pengujian Motor Servo

Pada tahap ini setelah melakukan hasil pengujian lampu maka dilakukan pembuatan menggunakan tabel, tabel ini bertujuan untuk

memberikan data dan hasil yang sudah diuji coba pada saat melakukan pengujian tersebut. Berikut hasil pengujian motor servo pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 5 Hasil Pengujian Motor Servo

NO	ARAH PUTARAN	PUTAR KIRI	PUTAR KANAN
1	0°	BERPUTAR	BERPUTAR
2	45°	BERPUTAR	BERPUTAR
3	90°	BERPUTAR	BERPUTAR
4	135°	BERPUTAR	BERPUTAR
5	180°	BERPUTAR	BERPUTAR

F. Pengujian Lampu

Pengujian ini adalah untuk mengetahui pada saat menekan tombol ON dan OFF apakah lampu bisa bekerja dengan baik atau tidak, pengujian akan dilakukan dengan menggunakan hasil pengujian, dan tabel pengujian lampu.

1) Posisi Smartphone Terhubung Dengan Lampu

Sebelum melakukan pengujian maka langkah awal yang harus dilakukan adalah menghubungkan smartphone ke lampu, Jika terhubung maka tulisannya TERSAMBUNG dan berwarna hijau, jika tidak terhubung maka tulisannya TIDAK TERSAMBUNG dan berwarna merah, seperti pada gambar 33 dan 34 berikut ini:



Gambar 33 Posisi Smartphone Terhubung Dengan Lampu

2) Posisi Smartphone Tidak Terhubung Dengan Lampu

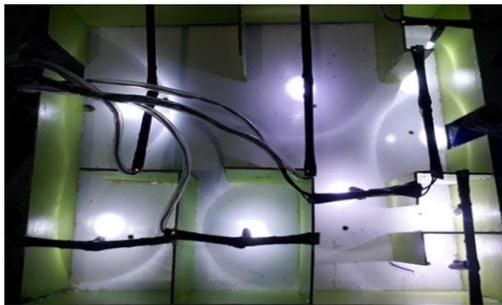
Pada gambar dibawah ini adalah posisi tidak terhubung antara smartphone dengan lampu.



Gambar 34 Posisi Smartphone Tidak Terhubung Dengan Lampu

3) Hasil Pengujian Lampu

Pada tahap ini hasil pengujian lampu dibuktikan langsung, pengujian tersebut juga menggunakan rumah miniatur tanpa atap yang sudah dibuat dengan menggunakan papan. Pengujian tersebut berjalan dengan lancar lampu pada setiap ruangan bekerja dengan normal, berikut hasil pengujian lampu pada gambar 35 berikut ini:



Gambar 35 Hasil Pengujian Lampu

4) Tabel Pengujian Lampu

Pada tahap ini setelah melakukan hasil pengujian lampu maka dilakukan pembuatan menggunakan tabel, tabel ini bertujuan untuk memberikan data dan hasil yang sudah dilakukan pada saat melakukan pengujian tersebut.

Tabel 6 Hasil Pengujian Lampu

NO	RUANGAN	KONDISI LAMPU
1	RUANG TAMU	BISA ON BISA OFF
2	RUANG KELUARGA	BISA ON BISA OFF
3	KAMAR 1	BISA ON BISA OFF

4	KAMAR 2	BISA ON BISA OFF
5	DAPUR LAMPU 1	BISA ON BISA OFF
6	DAPUR LAMPU 2	BISA ON BISA OFF
7	KAMAR MANDI	BISA ON BISA OFF
8	WC	BISA ON BISA OFF
9	GUDANG	BISA ON BISA OFF

V. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan serta bedasarkan rumusan masalah yang ada, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

- a. Rangkaian alat terdiri dari adaptor 5-7 Volt, arduino UNO, modul bluetooth, dan relai sebagai saklar untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik ke lampu rumah.
- b. Aplikasi android dibuat dengan menggunakan software yang ada diwebsite <https://ai2.appinventor.mit.edu> untuk pemrograman menggunakan aplikasi arduino IDE.
- c. Pembuatan simulasi miniatur rumah tinggal menggunakan papan dan untuk lampu rumah pada miniatur rumah menggunakan lampu LED.
- d. Untuk menggerakkan CCTV menggunakan motor servo tower pro SG90 dengan putaran 180 derajat kekiri dan kekanan.
- e. CCTV yang digunakan memiliki video format AVI dan tingkat resolusinya 680x480.
- f. Hasil pengujian yang dilakukan, alat dapat bekerja dengan baik untuk mengendalikan lampu rumah dengan jarak 16 meter tanpa halangan dan 14 meter jika ada penghalang (tembok rumah).

Sistem ini tidak lepas dari kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu ada beberapa saran yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian atau pengembangan selanjutnya yaitu sebagai berikut:

- a. Agar perangkat ini dapat digunakan dari jarak yang lebih jauh dari jarak sebelumnya maka diperlukan alat penguat sinyal bluetooth.
- b. Jika ingin mengendalikan lampu dengan jarak jauh maka gantilah modul bluetooth dengan modul wifi agar mikrokontroler dapat terhubung dengan wifi, dan dapat mengendalikannya dengan jarak sangat jauh dengan syarat mikrokontroler tetap terhubung dengan wifi.
- c. Jika ingin mendapatkan kualitas gambar yang bagus maka gunakanlah CCTV yang kualitas gambarnya HD dan jernih.

Rachmat P Hadi Wibowo. 2016. "Perancangan Sistem Kendali Motor Servo Pada Prototype Mesin Tetas Dari Jarak Jauh Menggunakan Smartphone Android Berbasis Arduino". <https://repository.mercubuana.ac.id>. Jakarta. Diakses 23 Juli 2018

Sumajouw, Davis F. 2015. "Perancangan Sistem Keamanan Rumah Tinggal Terkendali Jarak Jauh". <https://ejournal.unsrat.ac.id>. Manado. Diakses 25 Maret 2018.

Wendhi Sukmo W. 2016. "Alat Kontrol Gerakan Kamera Pemantau Ruang Berbasis Arduino dan Android". <http://eprints.ums.ac.id>. Surakarta. Diakses 15 Maret 2018.

REFERENSI

Alexander Deni Pranata. 2017. "Kontroler Lengan Robot Menggunakan Motor Servo dan Stepper Dengan Masukan 3 Axis". <https://repository.usd.ac.id>. Yogyakarta. Diakses 23 Juli 2018.

Andik Giyartono. 2015. "Aplikasi Android Pengendali Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler AT Mega 328". <https://media.neliti.com>. Jakarta. Diakses 31 Juli 2018.

Angger Dimas Bayu Sadewo. 2017. "Perancangan Pengendali Rumah Menggunakan Smartphone Android Dengan Konektivitas Bluetooth". <http://j-ptiik.ub.ac.id>. Malang. Diakses 31 Juli 2018.

Evan Taruna Setiawan. 2015. "Pengendalian Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Menggunakan Smartphone Android". <http://lppm.atmaluhur.ac.id>. Pangkal Pinang. Diakses 30 Juni 2018.