
Sistem Kendali Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Koneksi *Wireless Module Wifi* Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

Sapta Darma Simarmata^{*1}, Indra Gunawan², Ika Purnama Sari³, Sumarno⁴, Ika Okta Kirana⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar, Indonesia

Email: ¹saptadarmasimarmata@gmail.com, ²indra@amiktunasbangsa.ac.id, ³ikapurnamasari1319@gmail.com,
⁴sumarno@amiktunasbangsa.ac.id, ⁵ikaoktakirana123@gmail.com

Abstrak

Pada setiap rumah pasti memiliki pintu gerbang atau pintu pagar yang dilengkapi dengan penguncinya. Dari hal tersebut, pintu gerbang rumah yang berguna untuk keamanan kondisi rumah maupun keamanan kendaraan pribadi. Pada umumnya untuk membuka pintu gerbang atau pintu pagar serta menguncinya dengan menggunakan manual atau dengan tangan manusia. Dari masalah tersebut, maka penulis membuat suatu *prototype* pintu gerbang otomatis berbasis mikrokontroler *Arduino Uno* dan *Android* sebagai sistem operasi. Suatu sistem pada *Android* yang dapat berfungsi sebagai saklar dan dapat membuka dan mengunci pintu gerbang dengan secara otomatis, yang di kontrol oleh *Android*, yang terhubung pada koneksi *Wireless* atau *Wifi device*. Dengan perancangan sistem otomatis pada pintu gerbang yang berbasis mikrokontroler *Arduino Uno* dan *Android* sebagai sistem operasinya, maka dapat membantu mempermudah pengguna dalam mengatur untuk membuka dan mengunci pintu gerbang tanpa harus keluar dari kendaraan ataupun keluar rumah.

Kata kunci: *Arduino Uno, Limit switch, Module Wifi Esp8266, Motor DC*

Automatic Gate Control System Using Wireless Module Wifi Connection Based On Arduino Uno Microcontroller

Abstract

Each house must have a gate or gate that is equipped with a lock. From this, the gate of the house is useful for the security of the condition of the house and the security of private vehicles. In general, to open the gate or gate and lock it using a manual or with human hands. From these problems, the authors make a prototype of an automatic gate-based microcontroller Arduino Uno and Android as an operating system. A system on Android that can function as a switch and can open and lock the gate automatically, which is controlled by Android, which is connected to a Wireless or Wifi device connection. By designing an automatic system on the gate based on Arduino Uno and Android microcontrollers as the operating system, it is expected to help facilitate users in managing to open and lock the gate without having to get out of the vehicle or leave the house.

Keywords: *Arduino Uno, Limit switch, Esp8266 Wifi Module, DC Motor*

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi sangat diandalkan, hampir di semua bidang ilmu pengetahuan ataupun pekerjaan dan aktifitas manusia dibuat kemudahan-kemudahan yang berasal dari manfaat dari teknologi yang berkembang. Namun bukan hanya sekedar itu saja tidak menutup kemungkinan penggunaan tenaga manusia nantinya tidak akan dibutuhkan kembali yang dimana tenaga kerja manusia akan beralih kepada penggunaan tenaga mesin karena dapat terjaminnya kecepatan serta keakuratan dalam penggunaannya.[1]

Pintu gerbang merupakan suatu perangkat tambahan yang membatasi pekarangan rumah milik seseorang. Pintu gerbang pada umumnya sebagai jalur keluar masuk dan pengamanan pekarangan atau rumah. Pada umumnya pintu gerbang dibuka dengan tangan manusia atau cara manual, dengan menggunakan sistem teknik menggeser. Perkembangan teknologi saat ini telah mempengaruhi sistem kinerja pintu gerbang bagi pengguna, dengan sistem kendali pintu gerbang otomatis. Inovatif perkembangan yang memakai sistem kendali pintu gerbang menggunakan sistem dengan *remote control* dalam mengakses pintu gerbang, sistem ini juga memiliki

kekurangan, karena sering adanya kelalaian pengguna *remote control* tertinggal atau kehilangan *remote* tersebut, sehingga pengguna kesulitan dalam mengakses buka dan tutup pintu gerbang. Dibandingkan inovatif perkembangan dengan memakai *smartphone*, dengan sistem operasi *android*. Karena *smartphone* sudah menjadi kebutuhan pokok pada manusia jaman sekarang, sehingga dapat mengatasi untuk kekurangan pada perkembangan dengan memakai *remote control* tersebut

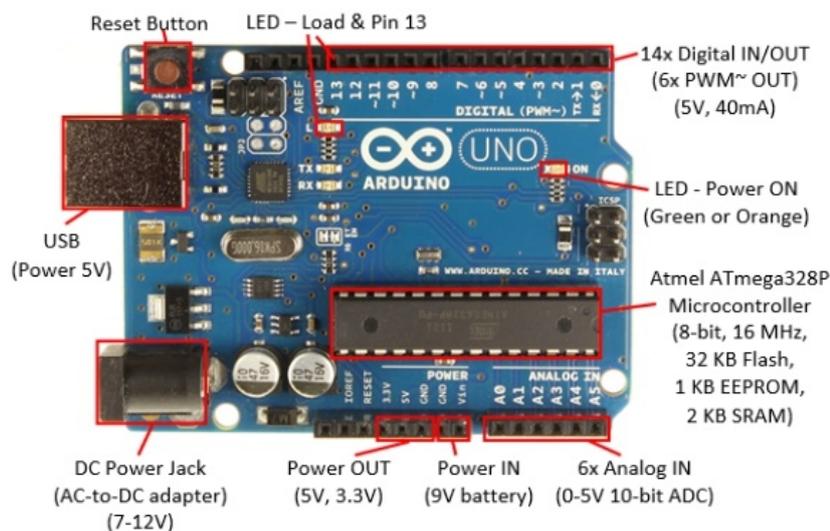
Arduino merupakan suatu *board* elektronika yang bersifat *open source* yang dilengkapi dengan pin *input* dan *output system*, dengan komponen *IC* Atmel sebagai proses utama. Untuk memasukkan data yang akan diprogram ke dalam Arduino, menggunakan kabel USB untuk koneksi ke komputer Arduino mendapat perintah dan perintah akan menghasilkan fungsi pin *output* Arduino, motor penggerak akan berjalan atau aktif, sehingga pintu akan terbuka atau tertutup dengan otomatis.

Jaringan lokal tanpa kabel atau *Wifi* adalah koneksi internet tanpa menggunakan kabel, dengan media transfer jaringannya menggunakan gelombang frekuensi radio (RF), Arduino menyimpan data dari perintah modul *wifi*, sebagai pemberian data untuk untuk proses *output* atau keluaran yang diinginkan, sesuai dengan data yang disimpan pada *chip IC*, sistem kerja Arduino pada pintu gerbang otomatis, untuk sistem kendali utama yang merubah pintu gerbang manual menjadi otomatis. Dibandingkan dengan sistem *remote control*, sistem modul *wifi* lebih baik, *remote control* sistem yg memberikan perintah pada arduino adalah sensor *infrared* sebagai koneksi, *remote control* mempunyai batasan jarak untuk koneksi pada Arduino, dan tidak memiliki keamanan untuk tombol *remote control*. Sistem *wifi* dalam pintu gerbang otomatis akan memberikan keamanan pintu gerbang saat mengakses buka dan tutup, yang terlebih dahulu diarahkan pada menu *login*.

1.1. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan suatu rangkaian elektronika yang terdiri dari beberapa komponen elektronika yang dirancang sama seperti fungsi *Cpu*, yang dapat memproses data *input* dan *output*, komponen utama adalah *IC* (*Integrated Circuit*) sebagai proses sistem *control*. Arduino ialah sebuah platform elektronika yang mudah digunakan dengan bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (*IDE*).[2]

Bentuk *Arduino Uno* dapat di lihat pada gambar di bawah ini :



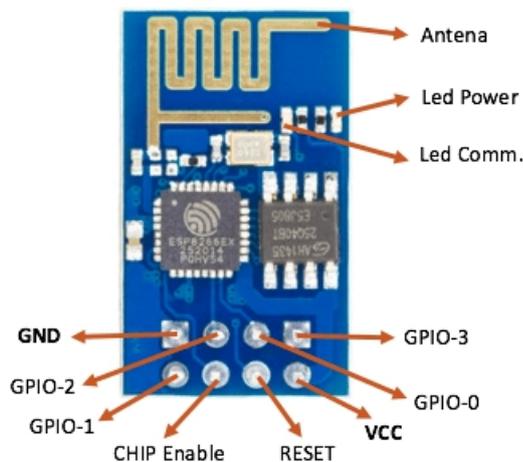
Gambar 1. Arduino Uno

1.2. Modul Wifi Esp8266

Modul ESP8266 merupakan modul low cost wifi yang didukung penuh untuk penggunaan TCP/IP ataupun UDP. Esp8266 dikembangkan oleh pengembang asal Tiongkok yaitu “Espreffif”. Produk ESP866 memiliki banyak varian. Pada penelitian ini digunakan ESP8266 seri ESP-01. Modul wifi ini bersifat SoC (System on Chip), sehingga bisa melakukan programming langsung ke ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan.[3]

Modul *Wifi* Esp8266 adalah modul *wifi* yang berfungsi sebagai *board* tambahan untuk Arduino, sehingga perangkat terhubung ke *wifi*. Perangkat Esp8266 memerlukan daya 3,3 volt dan memiliki mode *wifi* yaitu, mode *Station*, *Access Point*. Modul *wifi* Esp8266 sudah termasuk mikrokontroler, karena modul dapat berdiri sendiri yang dilengkapi dengan mikrokontroler, modul *wifi* Esp8266 menggunakan *firmware AT Command* dan *firmware SDK* yang berbasis *open source*.

Modul Wifi Esp8266 dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Modul Wifi Esp8233

1.3. Motor DC

Motor DC membutuhkan arus *DC (Direct Current)* atau arus searah sering disebut dengan arus baterai, tegangan yang dibutuhkan DC 12 volt, dapat juga dengan menggunakan tegangan AC dengan memerlukan rangkaian catu daya yang merubah arus AC ke DC. Dengan memberikan tegangan pada terminal kabel motor, sehingga motor dapat bergerak atau berputar yang menghasilkan energi mekanik. Motor DC adalah mesin listrik yang mengkonsumsi daya listrik DC sehingga menghasilkan torsi mekanik. Secara historis, Mesin DC diklasifikasikan berdasarkan koneksi (hubungan) dari rangkaian *field* dan rangkaian *armature*. [4] Motor DC dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3. Motor DC

Pada motor DC terdapat sebuah lilitan tembaga, yang mengelilingi unsur besi dan as atau besi yang berbentuk bulat yang akan berputar, kumparan medan magnet disebut dengan stator (bagian yang tidak berputar), dan bagian yang berputar disebut dengan rotor. Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah berfungsi sebagai terminal kutub ganda.

1.4. Limit switch

Limit-Switch (saklar-pembatas) adalah saklar yang salah satu teknik aktuasinya menggunakan katup yang lentur (biasanya dari logam) untuk menekan bagian-koneksinya. Bagian-koneksi hanya akan tersambung jika katup tersebut telah menekan logam bagian-koneksi pada tekanan tertentu. [5]

Dalam sistem kendali pintu gerbang otomatis, sistem ini *limit switch* berfungsi sebagai menghentikan atau sebagai pembatas pintu, sehingga tidak melebihi batas saat menutup dan membuka pintu gerbang yang diberikan batas pengguna pintu gerbang. *Limit switch* tergolong bersifat sensor mekanik, yang tanpa rangkaian elektronik atau dengan sensor manual, kinerja *switch* dengan menyetuh *switch* tersebut, sehingga memberikan gerakan pada mekanik sistem *switch* dan kinerja dapat dilihat pada benda yang bergerak dan bunyi.

Limit Switch dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4. Limit Switch

1.5. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.[6]

Relay merupakan komponen yang terdiri dari lilitan tembaga dan lempengan plat, kumparan tembaga yang berfungsi sebagai menarik katub sistem *switch relay*, kumparan mengandung energi magnetik, sehingga dapat menarik plat dan *switch* mengarah pada sistem *ON*. Relay membutuhkan tegangan 12 volt atau lebih, tergantung pada pemakaiannya, karena *relay* yang berfungsi sebagai *switch* yang membutuhkan tegangan masukan atau *input* vcc, apabila mengaktifkan relay. Relay pada sistem perancangan pintu gerbang otomatis, relay sebagai peranan untuk menghidupkan motor DC yang sebagai penggerak pintu gerbang tersebut. Relay yang dipakai tegangan *input* 5 volt, dan mendapatkan tegangan dari *output* Arduino dan *relay* dapat bekerja sebagai sistem *ON* motor DC. Relay dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 5. Relay

2. METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah merubah pintu gerbang yang dibuka dan ditutup dengan cara tangan manusia, menjadi sebuah sistem otomatis dengan menggunakan *android* sebagai perintah, dengan menggunakan modul Esp8266 sebagai koneksi *wifi*. Dengan sistem ini dapat membantu pengguna pintu gerbang dalam mengakses pintu gerbang, tidak perlu menyentuh disain pintu, hanya dengan menggunakan *android* sistem akan bekerja.

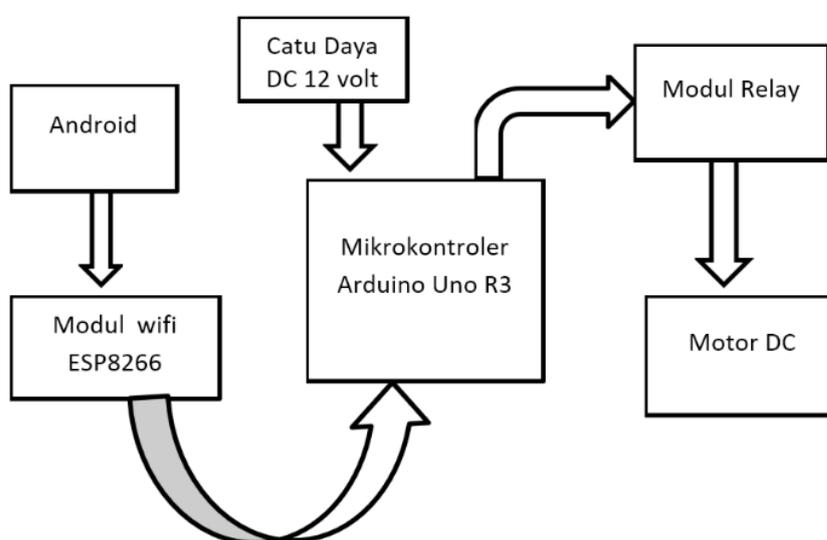
2.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini pada awalnya dilakukan dengan melakukan pengamatan untuk mengetahui perancangan sistem dan cara penggunaan. Hasil pengamatan kemudian dilakukan suatu *prototype*, selanjutnya akan diterapkan pada gerbang sebenarnya, dengan sistem kendali menggunakan *board* Arduino dan modul *wifi* Esp8266, *android* untuk papan perintah, yang menggunakan nomor *IP address* modul *wifi*. Hasil dari perancangan *prototype* sistem otomatis dengan menggunakan koneksi *wifi*, pengetahuan ini akan memberikan masukan pada pengguna pintu gerbang yang masih menggunakan *manual* dan menggunakan otomatis dengan sistem otomatis yang lain.

2.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan *hardware* pada sistem ini menggambarkan perancangan *board* perangkat komponen elektronika, yang telah dilengkapi dengan terminal *input* dan *output*. Pada sistem perancangan ini dapat menentukan posisi *board* yang akan terapkan pertama sampai pada perangkat hasil. Perancangan sistem *software* merupakan pemahaman fungsi-fungsi perintah program, yang telah disediakan dengan fungsi *bylnk* pada *software* Arduino IDE atau dengan fungsi program yang ditulis dari awal.

Berikut skema diagram perancangan komponen *hardware*, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



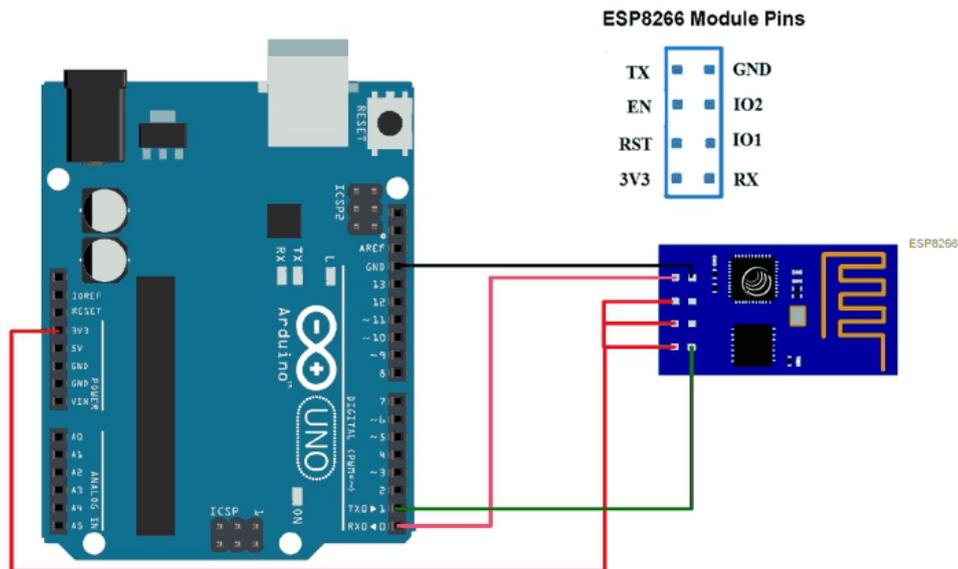
Gambar 6. Skema diagram *Hardware*

Berikut keterangan diagram blok rangkaian *hardware* dari sistem kendali yang menggunakan koneksi *wifi* adalah :

- Android* adalah sebagai papan perintah yang dipakai pengguna untuk menjalankan sistem.
- Modul *wifi* Esp8266 adalah sebagai koneksi *wifi* yang memberikan perintah pada sistem *output* Arduino.
- Catu daya DC 12 volt adalah yang memberikan tegangan atau sumber arus untuk menghidupkan sistem kendali.
- Mikrokontroler Arduino adalah sebagai proses data *input* dan *output* sistem kendali.
- Modul relay adalah sebagai saklar untuk menghidupkan motor yang membutuhkan tegangan 5 volt keatas, karena Arduino dapat memberikan vcc hanya batas 5 volt.
- Motor DC adalah sebagai penggerak disain pintu gerbang, yang dapat menggeser pintu berpindah posisi.

2.3. Rancangan Rangkaian

- Perancangan untuk posisi pengkabelan dan posisi pin Arduino dan modul Esp8266, dapat dilihat pada gambar berikut ini :

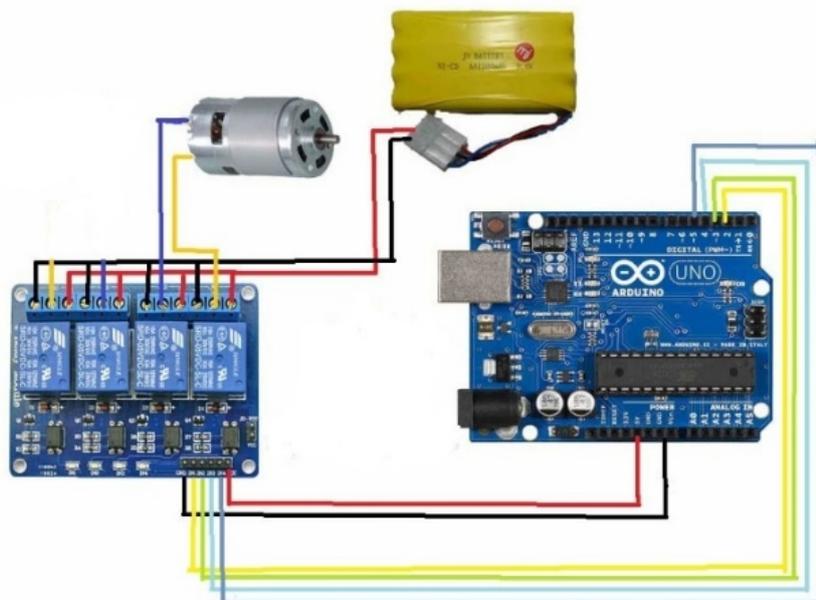


Gambar 7. Menghubungkan Arduino dan modul Esp8266

Keterangan gambar cara menghubungkan Arduino dan modul Esp8266 koneksi antar pin adalah sebagai berikut :

- Pin Vcc dan CH-PD pada modul *wifi* dihubungkan pada 3,3 volt vcc pada *board* Arduino, sebagai *power supply* modul *wifi* Esp8266.
- Pin *Gnd* dan GPIO0 pada modul *wifi* dihubungkan pada *Gnd* yang ada pada *board* Arduino.
- Pin RX pada modul *wifi* dikoneksikan pada pin RX dan *board* Arduino.
- Pin TX pada modul *wifi* dihubungkan pada TX yang ada pada *board* Arduino.

b) Menghubungkan *board* Arduino, Relay dan Motor DC, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 8. Menghubungkan *board* Arduino, Relay dan Motor DC

Keterangan gambar cara menghubungkan Arduino, relay dan motor DC. Berikut pin koneksi antara yaitu :

- Pin Vcc yang ada pada relay dihungkan pada 5 volt pada *board* Arduino, sebagai *power ON* modul relay.
- Pin *Gnd* yang ada pada relay dihubungkan pada *Gnd* yang ada pada *board* Arduino
- Pin *IN* pada relay dihungkan pada pin 10 pada *board* Arduino.
- Pin *C* pada relay dihubungkan pada *Gnd* catu daya atau baterai.

- Pin NO pada relay dihubungkan pada *Gnd* motor DC.
- Kabel positif (+) Motor dibubungkan pada pin +12v pada catu daya atau baterai.

2.4. Daftar Kebutuhan Perangkat Lunak

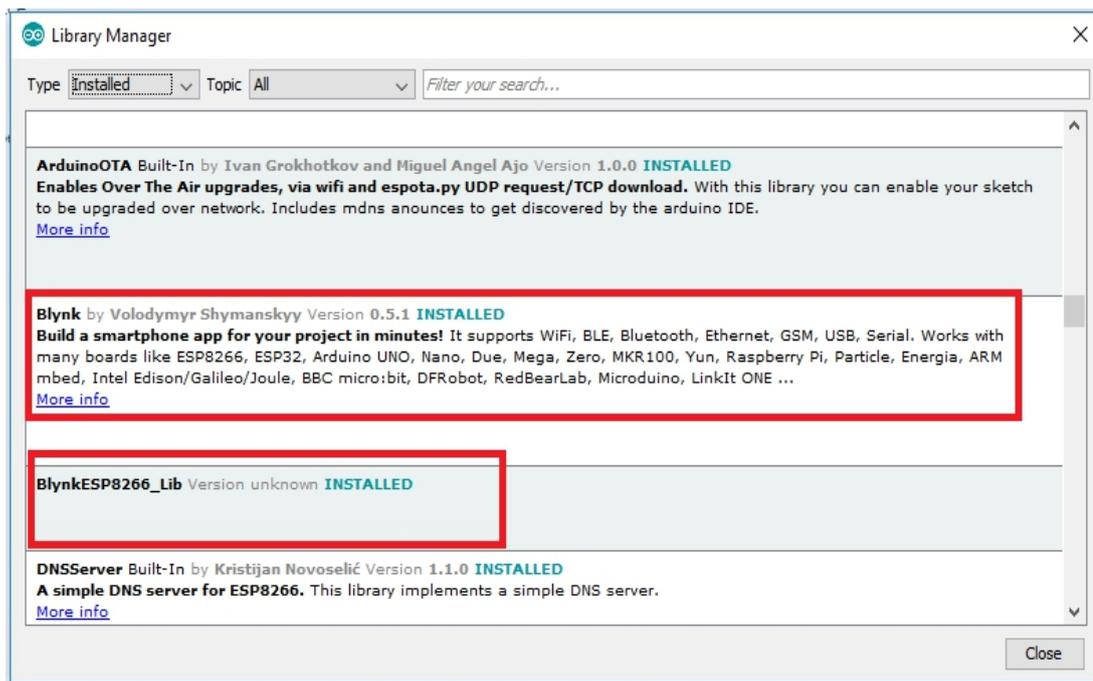
Perangkat lunak atau *software* bertujuan untuk menjalankan perintah pada sistem kendali pintu gerbang otomatis. Berikut beberapa yang dibutuhkan untuk dapat jalannya perangkat lunak atau *software*, dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Keterangan	Platform
1	Sistem Operasi	Windows 7, 32 bit
2	Membuat software di Arduino	Arduino IDE 1.6.7
3	Membuat software di Android	App Inventori
4	Websserver	Thingspeak.com

Keterangan Tabel kebutuhan perangkat lunak adalah : Pada sistem prototipe pintu gerbang otomatis, dalam pembuatan perangkat lunak adalah sistem operasi window 7 yang dapat mendukung sistem program Arduino IDE, membuat program dalam *software* Arduino IDE untuk perintah sistem, membuat perintah pada *android*, yang dapat dirancang pada *App Inventori* untuk mendisain aplikasi sistem kendali, *webserver* sebagai koneksi sistem.

Berikut cara menambahkan modul *wifi* Esp8266 ke program Arduino IDE, yang terlihat pada gambar dibawah ini :

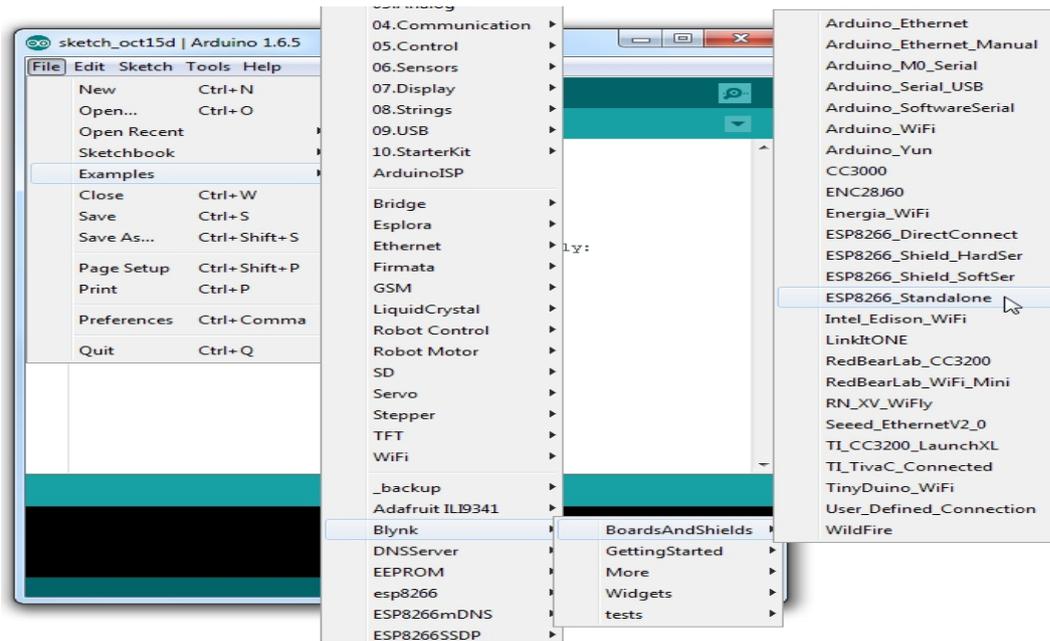


Gambar 9. Instalasi modul Wifi ke Arduino

Keterangan gambar instalasi *module wifi to Arduino* adalah sebagai berikut :

- Pada Arduino IDE, masuk ke menu *file*, pilih *preferences*.
- Pada *Additional Board Manager URL*, masukan link http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json, lalu klik ok.
- Lalu ke menu *Tools*, klik *Board*, dan klik *Boards Manager*.
- di *menu search* atau dikolom pencarian ketikkan *esp*, klik *\Esp8266 by Esp8266*, klik instal.
- Proses instal selesai.

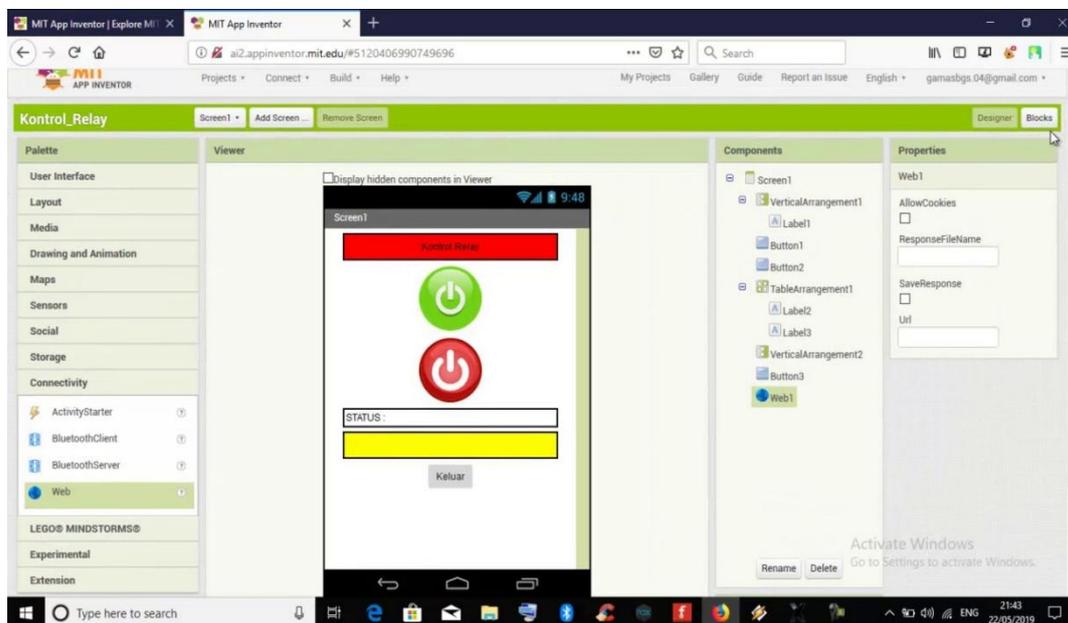
Berikut tampilan cara memakai aplikasi *blynk* untuk menjalankan sistem *esp8266*, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 10. Sistem Program dengan memakai Aplikasi *Blynk*

Berikut penjelasan sistem program dengan memakai aplikasi *Blynk* pada modul Esp8266 merupakan aplikasi dari *google apps store*, yang dapat memudahkan pengguna dalam membuat sistem IOT (*Internet Of Things*). Dalam menggunakan aplikasi *Blynk*, tanpa harus membuat banyak *coding* di arduino IDE melalui aplikasi *android*. Untuk dapat menginstal *Blynk library*.

App Inventor adalah suatu aplikasi *web* yang bersifat *open source*, pada sistem ini penulis menggunakan *app inventor*, untuk mendisain tampilan aplikasi yang akan digunakan dalam sistem kendali pintu gerbang otomatis. Berikut tampilan disain *software* aplikasi, yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 11. *Software App Inventor*

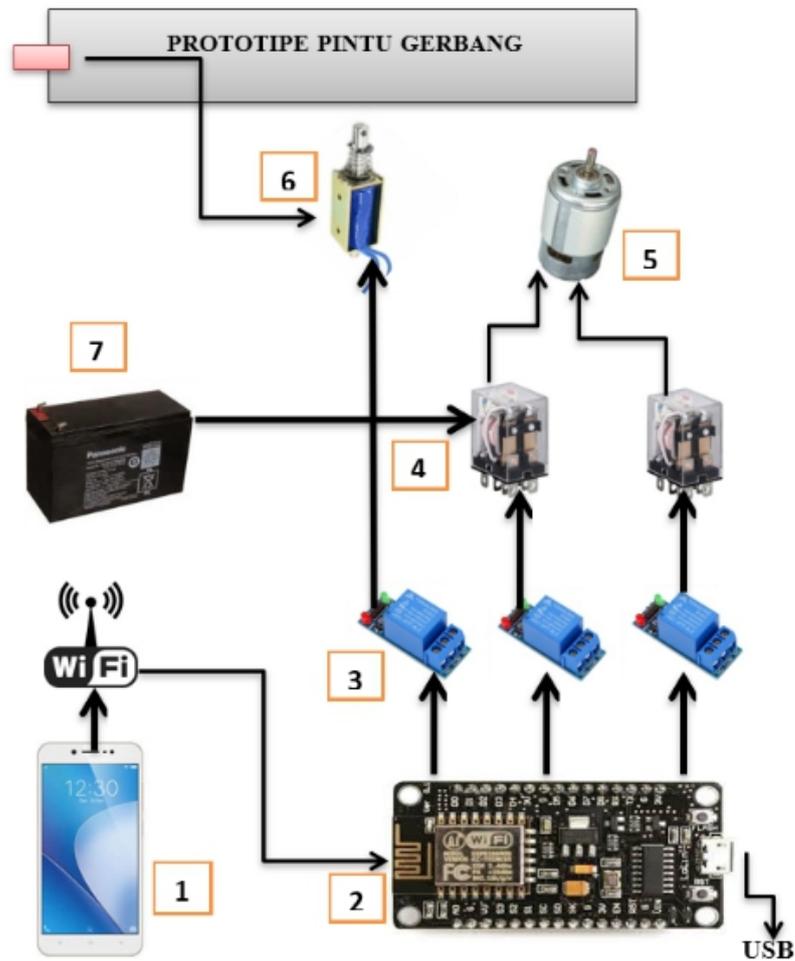
Berikut keterangan gambar untuk merancang aplikasi *android* pada *app inventori*, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Masuk ke aplikasi *App Inventor* <http://ai2.appinventor.mit.edu/>.
- b. Membuat halaman baru dengan cara klik *start new project*, dan ketik nama project, klik OK.
- c. Buat *layout* pada aplikasi yang akan dibuat. Buat latar belakang gambar, adalah klik *upload file* pada sebelah kanan bawah, dan gambar latar belakang dapat pilih.

2.5. Skema Sistem Rangkaian

Rangkaian *prototype* pintu gerbang otomatis terdiri dari komponen elektronika yaitu : *Module wifi esp8266 nodemcu*, relay 5 volt dan 12 volt, kabel *usb*, motor DC 12 volt, *switch micro roolly*, *solenoid DC 12 volt*, *bateray 12 volt*, saklar *on/off* dan kabel *jumper*.

Skema rangkaian pintu gerbang otomatis dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 12. Skema Rangkaian Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dibuat dalam bentuk *prototype*, yang terdiri dari beberapa komponen elektronika, dan digabungkan dalam suatu rangkaian *prototype* sistem kendali pintu gerbang otomatis menggunakan koneksi *wifi*. Sistem kendali ini diprogram pada *software Arduino IDE*, sebagai koneksi atau komunikasi rangkaian dengan aplikasi *android*, modul *wifi* harus terkoneksi dengan koneksi internet *wifi* atau hospot, aplikasi yang digunakan adalah aplikasi *Blynk*, aplikasi *android* yang dapat diunduh pada aplikasi *playstore android*. Dengan koneksi *wifi* aplikasi dapat bekerja untuk menjalankan rangkaian sistem membuka dan menutup pintu gerbang dapat berjalan.

3.1. Pengujian Alat

Hasil dari penelitian ini gerbang dapat terbuka dan tertutup dengan menggunakan aplikasi *android* yaitu : aplikasi *Blynk*, aplikasi sebagai pengontrol seluruh sistem kendali pintu gerbang seperti : membuka, menutup dan mengunci pintu gerbang. Gambar tampilan pintu gerbang terbuka dengan menggunakan kontrol buka dengan aplikasi *Blynk*. Hasilnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 13. Tampilan pintu Gerbang terbuka dengan aplikasi *Blynk*

Gambar tampilan pintu gerbang tertutup dengan aplikasi *Blynk* sebagai pengontrol tutup, dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 14. Tampilan pintu Gerbang tertutup dengan aplikasi *Blynk*

Sebagai pengaman pintu gerbang pada sistem ini diberikan sebuah pengunci komponen yang berfungsi adalah *solenoid* 12 volt DC, dengan menekan tombol kunci maka pintu akan terkunci. Tampilan pada sistem ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

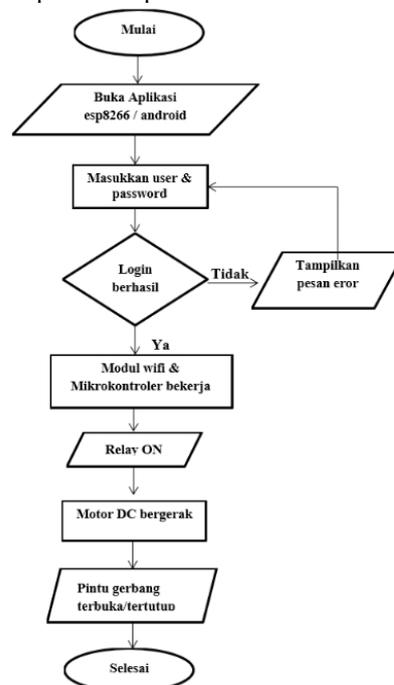


Gambar 15. Tampilan pintu Gerbang terkunci

Dalam sistem ini sistem kendali pintu gerbang, dikontrol oleh android dengan aplikasi *Blynk*, dengan tombol fungsi yang telah didisain terlebih dahulu, sehingga fungsi membuka, menutup dan mengunci pintu gerbang dapat dijalankan dengan otomatis. dengan aplikasi *Blynk*.

2.6. Cara Kerja Alat

Cara kerja alat pada penelitian ini dapat di lihat pada Flowchart Berikut ini :



Gambar 16. Cara kerja alat

Keterangan sistem kerja *prototype* adalah sebagai berikut :

- a. Masuk aplikasi Esp8266 melalui *android*.
- b. *Login* menggunakan nama dan kata sandi.
- c. Jika saat masuk salah, maka tampilan *error* dan kembali pada *menu login*.

- d. Jika *login* berhasil, maka *menu* sistem kendali akan terbuka.
- e. Modul *wifi* membaca perintah *android*.
- f. *Board* arduino memproses data perintah modul *wifi*.
- g. Modul relay ON atau aktif.
- h. Motor DC menerima tegangan listrik dan bergerak.
- i. Pintu gerbang terbuka atau tertutup.

4. KESIMPULAN

Pada Penelitian ini, penulis menghasilkan beberapa kesimpulan, adapun kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Dengan sistem *module esp8266 wifi* dan sistem aplikasi *Blynk android* dapat mengubah sistem kendali *manual* menjadi otomatis.
2. Sistem kendali ini dapat membantu para pengguna pintu gerbang, menjadi pekerjaan yang lebih memudahkan dalam kehidupan sehari – hari.
3. Dapat membantu sistem keamanan pintu gerbang menjadi lebih baik dari sistem *manual*, seperti : sistem kunci yang dapat dirancang secara tersembunyi, dibandingkan dengan memakai gembok biasa.
4. Pada penelitian ini, untuk disain pintu gerbang sebenarnya, untuk pengaturan ukuran komponen seperti : motor dinamo, *solenoid* pengunci, harus disesuaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Abimanyu, F. Anggraini, I. Gunawan, and I. Parlina, “Rancang Bangun Alat Pemantau Kadar pH , Suhu Dan Warna Pada Air Sungai Berbasis Mikrokontroler Arduino Design And Construction Of pH Temperature And Color Monitoring Equipment In Water-Based River On Arduino Microcontroller,” vol. 1, no. 6, pp. 235–242, 2021.
- [2] A. Grosir, P. Toko, and R. Bungursari, “Jurnal manajemen informatika,” vol. 4, no. 2, pp. 7–15, 2017.
- [3] U. J. Shobrina, R. Primananda, and R. Maulana, “Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24101 , Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 4, pp. 1510–1517, 2018.
- [4] Y. G. Hartlambang, H. Nurohmah, and M. Ali, “Optimasi Kecepatan Motor DC Menggunakan Algoritma Kelelawar (Bat Algorithm),” *Semant. 2017, Univ. Madura*, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [5] L. M. Metoda and M. Dan, “DISAIN KONSEP PERANGKAT UJI-BANDING KEANDALAN ANTARA,” vol. 18, pp. 21–30, 2021.
- [6] M. Saleh and M. Haryanti, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay,” *J. Teknol. Elektro, Univ. Buana*, vol. 8, no. 2, pp. 87–94, 2017.