

SISTEM PERINGATAN DAN MONITORING KEAMANAN PERLINTASAN KERETA API OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO DAN ANDROID

AUTOMATED RAILWAY CROSSING ALERT AND MONITORING SYSTEM USING ARDUINO AND ANDROID

Yohana Jayanti Aruan, Angga Rusdinar, Fiky Yosef Suratman
Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
yohanajaruan@gmail.com, anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id, fysuratman@gmail.com

Abstrak – Kereta api adalah salah satu alat transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia, karena memiliki rute sendiri sehingga terhindar dari kemacetan. Alat transportasi ini dilengkapi dengan adanya palang pintu perlintasan yang diletakkan pada tiap perlintasan rel yang dilalui jalan raya. Sistem pintu perlintasan kereta api yang ada sekarang masih memanfaatkan tenaga operator untuk membuka dan menutup pintu perlintasan sehingga tidak aman bagi masyarakat. keamanan pada perlintasan kereta api menjadi hal yang penting untuk diperhatikan, dikarenakan banyaknya korban yang berjatuh. Untuk mengatasi masalah ini maka dibutuhkan suatu alternatif pada perlintasan kereta api yang otomatis sehingga mengurangi risiko *human error* dan meningkatkan keamanan. Penggunaan otomatisasi pada palang pintu kereta api dapat meningkatkan keamanan bagi para pengguna jalan dan kereta api itu sendiri. Pada tugas akhir ini akan dirancang suatu sistem otomatis yang dapat memprediksi waktu kedatangan KA pada perlintasan agar dapat diberikan peringatan serta waktu hitungan mundur kapan KA akan melintas. Teknologi dasar dalam pengendalian rambu perlintasan otomatis KA ini adalah mikrokontroler Arduino dengan cara membuat sebuah sistem untuk memonitoring perlintasan dan sistem peringatan bagi pengendara perlintasan KA lebih waspada dan mengurangi tingkat kecelakaan.

Katakunci: Arduino, Kereta Api, Perlintasan Kereta Api, Otomatis

Abstract - Train is one of mass transportation used by the people of Indonesia, because it has its own line to avoid the congestion. This transportation equipped with the crossbar on each road where the line crossed. The doorstop train system currently control by operator manually to open and close the crossbar which is mean sometimes not safe for people because of human error. It means we need to carry the safety on the doorstop train system so we can pretend the accident. To solve this problem we need an alternative control system for the doorstop train thus we can reduce the risk of human error and improve the security. The automation in doorstop train can also improve safety for road users and the train itself. This final project will show a design to an automated control system that can predict the arrival time of trains that cross the road in order to be given a warning and give the countdown time when the train will come through. The basic technology in this automatic control is the Arduino microcontroller combined with ultrasonic sensor. The sensor will sense when the train is coming and sent a signal to Arduino. The Arduino will compile the signal from ultrasonic sensor and sent a signal to crossbar actuator to closed it and also to the timer. With this system, we can control and give a warning sign to the people to aware and reduce the accident rate.

Keywords: Arduino, Train, Doorstop, Crossbar

I. PENDAHULUAN

Kereta api merupakan salah satu sarana transportasi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Dalam operasionalnya tidak dapat dihindari bila relnya pasti bersinggungan dengan jalan umum. Keamanan pada perlintasan kereta api menjadi hal penting yang harus diperhatikan, karena kecelakaan lalu lintas pada perlintasan kereta api kerap terjadi akhir-akhir ini. Penyebab terjadinya kecelakaan tersebut umumnya disebabkan Sumber Daya Manusia (SDM) operator KA, kurangnya ketertiban para pengguna jalan, dan prasarana di pintu perlintasan KA. Sistem manual yang digunakan pada palang pintu perlintasan kereta api harus menggunakan tenaga manusia atau operator. Dari proses tersebut terlihat bahwa sistem manual ini kurang aman untuk digunakan.

Sehingga dibutuhkan sebuah sistem keamanan perlintasan kereta api otomatis yang dapat me- *monitoring* perlintasan kereta api, sehingga setiap kejadian apapun yang terjadi pada pintu perlintasan, pos jaga perlintasan dan kereta api bisa diketahui. Selain itu membuat sebuah sistem peringatan yang akan membuat masyarakat yang hendak melintas akan lebih berhati-hati. Sistem ini diharapkan dapat mempermudah pekerjaan manusia dan mengurangi tingkat kecelakaan kereta api.

Proses pembuatan sistem keamanan ini bukanlah hal yang mudah. Banyak masalah yang harus dipertimbangkan juga cara penyelesaiannya, seperti: bagaimana caranya agar membuat sistem peringatan dan *monitoring* pintu perlintasan kereta api ini agar dapat berfungsi dengan baik dan bermanfaat untuk keselamatan masyarakat, serta bagaimana membuat sistem keamanan ini dari peralatan yang ada dan murah disekitar kita, dan lain sebagainya.

Oleh karena itu dibutuhkan beberapa metodologi penelitian agar sistem keamanan tersebut dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan. Sebelum mulai membuat sistem ini, diperlukan adanya pengetahuan mengenai sistem yang akan dirancang yaitu dengan mulai mengumpulkan data dan mempelajari materi- materi yang berkaitan dengan sistem, kemudian dilanjutkan dengan perancangan dan pembuatan sistem keamanan perlintasan kereta api dengan menggunakan beberapa komponen pendukung seperti: arduino dan android. Setelah sistem selesai dibuat, dibutuhkan pengujian untuk mengetahui keakuratan sistem tersebut. Dan ditutup dengan menyusun buku seiring dengan penerapan hasil perancangan.

II. TEORI PENUNJANG

A. Arduino Yun7]

Pengembangan turunan baru Arduino YUN memenuhi tuntutan jaman yang membuka kebutuhan dan perspektif baru yaitu: Embedded Systems (Embedded Linux), Ethernet dan Wi-Fi memberdayakan papan sirkuit yang mudah dan langsung dapat digunakan “*out of the box*“. Dalam presentasi resmi rilis YUN disebutkan sebagai sebuah produk yang menggabungkan fitur dari Arduino Leonardo standar, dengan bagian hardware tambahan, berikut prosesor terpisah yang mampu menjalankan sistem operasi / Linux rilis penuh seperti OpenWRT, yang khusus ditujukan untuk konektivitas internet. OpenWRT adalah distribusi open source (kernel / Linux) yang banyak digunakan di perangkat router dan aplikasi nirkabel WiFi.



Gambar 1. Logo Arduino

B. LCD

Display LCD sebuah *liquid crystal* atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numeric (digunakan dalam jam tangan, kalkulator, dll) dan menampilkan teks *alfanumerik* (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam).

Dalam menampilkan numeric ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan *alfanumerik* kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal *off* (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang.

LCD memiliki ciri- ciri sebagai berikut:

- a. LCD ini terdiri atas 32 karakter dengan 2 baris masing- masing 16 karakter dengan *display* dot matrik 5x7.
- b. Karakter generator ROM dengan 192 tipe karakter.
- c. Karakter generator RAM dengan 8 bit karakter.
- d. 80x8 bit *display* data RAM.
- e. Dapat diinterfacekan ke MCU 8 atau 4.
- f. Dilengkapi dengan fungsi tambahan; *display clear*, *cursor home*, *display on/ off*, *cursor on/ off*, *display character blink*, *cursor shift*, *display shift*.
- g. Internal data.
- h. Internal otomatis, reset pada saat *power on*.
- i. Tegangan +5 Volt PSU tunggal

C. Motor Servo

Motor servo menggunakan sistem umpan balik tertutup, dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian control yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian control. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanent motor DC servo yang akan mengubah energy listrik ke dalam energy mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.

D. Sensor Jarak Ultrasonik Devantech SRF04

SRF04 adalah sensor non- kontak pengukur jarak menggunakan ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari obyek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan obyek, sehingga jarak sensor dengan obyek dapat ditentukan persamaan:

$$\text{Jarak} = \text{kecepatan_suara} \times \text{waktu_pantul} / 2 \quad (1)$$



Gambar 2.7. Bentuk Fisik SRF04

Spesifikasi teknis Devantech SRF04 Ultrasonic Range Finder:

1. Tegangan : 5 VDC
2. Konsumsi Arus : 30 mA (rata- rata), 50 mA (max)
3. Frekuensi Suara : 40 kHz
4. Jangkauan : 3 cm- 3 m
5. Sensitivitas : Mampu mendeteksi gagang sapu berdiameter 3cm dalam jarak > 2 m.
6. Input Trigger : 10 mS min. Pulsa Level TTL
7. Pulsa Echo : Sinyal level TTL positif, lebar berbanding proporsional dengan jarak yang dideteksi.

E. Android

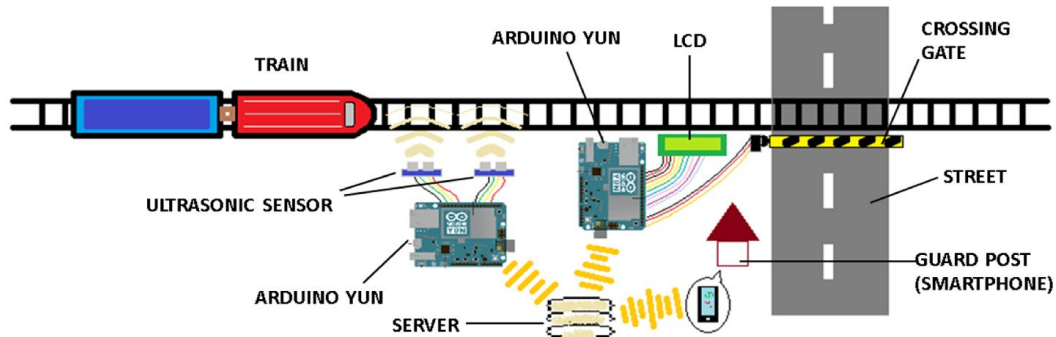
Android adalah sistem operasi untuk telepon seluler yang berbasis Linux. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam peranti bergerak. Awalnya, Google Inc. membeli Android Inc., pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuklah Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T- Mobile, dan Nvidia.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik ini menunjukkan sketsa palang pintu kereta api otomatis berbasis android dan arduino yang menggunakan sensor *ultrasonic*. Dua buah sensor *ultrasonic* dipasang bersebelahan dengan tujuan untuk menghitung kecepatan kereta api yang lewat, dan dari data yang diperoleh akan dikirim ke rangkaian arduino untuk diproses. Setelah itu arduinolah yang akan memerintahkan semua output- output sesuai dengan yang telah diprogram.

Berikut adalah rancangan dari sistem yang dibuat:

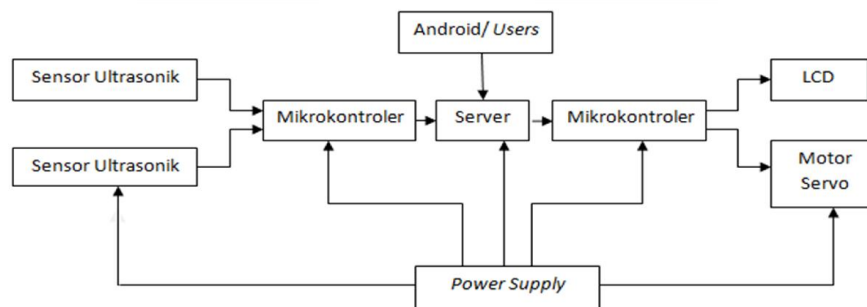


Gambar 2 Sketsa Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Android dan Arduino

B. Perancangan Software

Pada bagian perancangan sistem perangkat lunak ini, penulis membuat mikrokontroler Arduino Yun bekerja sebagaimana yang diinginkan oleh sistem. Seperti yang kita tahu pada proses tersebut terdapat proses menerima input, menganalisa, dan melakukan aksi (memberikan output) baik menutup palang pintu maupun menampilkan peringatan hitung mundur di LCD.

Serangkaian proses tersebut kemudian diaplikasi menjadi sebuah sistem dengan diagram blok sebagai berikut:



Gambar 3 Diagram Blok Sistem

Keterangan dari diagram blok diatas adalah :

- 1) Sensor Ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi objek dalam hal ini kereta api yang melintas.
- 2) *Arduino Yun* digunakan sebagai penerjemah data analog dari personal komputer sebelum dikirim ke *driver* motor servo.
- 3) Motor Servo digunakan untuk mengontrol palang pintu perlintasan kereta api
- 4) Server berfungsi untuk meneruskan data dari mikrokontroler ke mikrokontroler lainnya.
- 5) Android digunakan untuk mengontrol pintu perlintasan kereta api jika terjadi *error* pada sistem..

Diagram blok tersebut kemudian disusun menjadi algoritma yang dapat digambarkan dengan diagram alir berikut:



Gambar 4 Flowchart Sistem

C. Perancangan Elektronika

Pada perancangan elektrik ini akan dijelaskan mengenai perancangan masing- masing rangkaian yang menjadi penunjang dalam pembuatan alat. Proses perancangan rangkaian elektronik ini memiliki tahap- tahap pengerjaannya yaitu:

1. Perancangan Rangkaian *Power Supply*

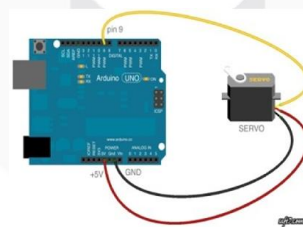
Rangkaian ini berfungsi sebagai sumber tegangan untuk seluruh rangkaian yang ada. Rangkaian catu daya yang dibuat untuk memperoleh keluaran sebesar 5 volt. Keluaran ini digunakan sebagai sumber tegangan ke sensor, LCD, dan motor servo.

2. Perancangan Rangkaian LCD

Penampil LCD sangat membantu dalam memprogram karena tidak perlu menggunakan program debug. Diperlukan tampilan hasil perhitungan ke LCD untuk memudahkan pengamatan LCD dan selanjutnya akan digunakan untuk menampilkan hasil pengambilan data dari sensor.

3. Perancangan Rangkaian Motor Servo

Bentuk motor servo dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Terdapat tiga utas kabel dengan warna merah, hitam, dan kuning. Kabel merah dan hitam harus dihubungkan dengan sumber tegangan 4- 12 volt dc agar motor servo dapat bekerja normal. Sedangkan kabel berwarna kuning adalah kabel data yang dipakai untuk mengatur arah gerak dan posisi servo.



Gambar 5 Rangkaian Motor Servo dengan Arduino

4. Perancangan Rangkaian Sensor

Pulsa ultrasonik disinyalkan oleh trigpin untuk mendeteksi benda. Ketika benda terdeteksi, pulsa ultrasonic akan memantulkan menuju echopin untuk diterima. Lalu ditransmisikan oleh modul menjadi jarak dengan perhitungan jarak = kecepatan rambat udara x waktu.

Modul tersebut terbaca melalui kode pemrograman di Arduino dan menjadi sinyal input. Sedangkan output dari modul jarak diimplementasikan ke LED dan Motor Servo

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Pengujian Perangkat Keras

Pada tahap pengujian penulis mengadakan 10 percobaan dimana 7 percobaan merupakan percobaan terhadap sensor ultrasonik dan 3 percobaan lainnya terhadap LCD, catu daya, dan *software*. Dan berikut ini adalah hasil yang diperoleh:

- 1) Uji sensor terhadap benda hitam : *Error* = 0.6% - 14.40%
- 2) Uji sensor terhadap benda putih : *Error* = 1% - 14.44%
- 3) Uji sensor terhadap frekuensi lain : Pembacaan dari sensor ultrasonik tidak terpengaruh oleh frekuensi lain
- 4) Uji sensor terhadap kereta api : Dengan jarak 60 cm dan 160 cm. dari data yang diperoleh sensor ultrasonik dapat mendeteksi kereta api yang sedang melintas
- 5) Uji sensor terhadap manusia : Sensor dapat mendeteksi objek yang bergerak, khususnya pada manusia ini, pada jarak 160 cm, 180 cm, 200 cm, 210 cm, 220 cm, 230 cm, 240 cm, 250 cm. Mulai pada jarak 260 cm dan seterusnya, sensor tidak dapat mendeteksi
- 6) Uji *Range Area Vertical* Sensor : 41.7°
- 7) Uji *Range Area Horizontal* Sensor : 57,22°
- 8) Uji *Range Area Horizontal* Dua Sensor : Lebar *area* cakupan sensor=160 cm
- 9) Uji Catu Daya : 4.95 V
- 10) Uji LCD : Program bekerja dengan baik dan dapat menampilkan "Will close in:"

B. Analisa Hasil Pengujian

Setelah dilakukan peninjauan kembali akan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa analisa terkait hasil uji tersebut. Berikut ini merupakan analisa terkait data hasil uji yang diperoleh:

1. Jarak hasil pengujian pada sistem tidak tepat sama dengan jarak hasil pengukuran terhadap objek Secara umum semakin jauh jarak yang diukur, semakin besar persentase kesalahan.
2. Pembacaan dari sensor ultrasonik tidak terpengaruh oleh frekuensi lain.
3. Dari data hasil pengujian diketahui bahwa keluaran dari rangkaian catu daya hampir sesuai dengan yang dibutuhkan yaitu +5V. Namun hal ini tidak memberikan keluaran yang benar- benar +5V

V. PENUTUP

Setelah melakukan serangkaian pengujian dan analisa hasil pengujian pada perancangan sistem perlintasan kereta api otomatis, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan adanya dua sensor ultrasonik dapat digunakan untuk membedakan pendeteksian objek kereta dengan objek lain, penampil waktu hitungan mundur dapat dijadikan rambu perlintasan Kereta Api untuk memberikan informasi waktu pintu perlintasan Kereta Api akan terbuka kembali.
2. Arduino Yun dalam hal ini digunakan agar dapat berkomunikasi via *wireless* dengan server maupun arduino lainnya.
3. Dari hasil pengujian sensor jarak ultrasonik ini dapat mendeteksi benda tanpa terpengaruh terhadap objek benda hitam maupun putih (sensor tidak terpengaruh oleh warna objek) karena dari hasil pengujian tidak mengalami perubahan yang signifikan.
4. Dari hasil pengujian terlihat jarak hasil pengujian pada sistem tidak tepat sama dengan jarak hasil pengukuran terhadap objek benda hitam dengan persentase kesalahan 0.6% hingga 14.40% dan terhadap objek benda putih kesalahan antara 1% hingga 14.46% serta pengujian terhadap objek dengan permukaan yang tidak rata akan mendeteksi jarak terjauh dari posisi objek di depan sensor. Sedangkan untuk sistem dengan kecepatan kereta api yang sebenarnya diperoleh *error* sebesar 3.21%. Secara umum semakin jauh jarak yang diukur, semakin besar persentase kesalahan.
5. Modul sensor PING bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik, terkadang gelombang pantulan ultrasonik mengalami gangguan seperti interferensi dari gelombang lain atau mendapat pantulan dari benda lain dan menyebabkan hasil pengukuran tidak akurat.
6. Pembacaan dari sensor ultrasonik tidak terpengaruh oleh frekuensi lain.
7. Sistem ini dapat digunakan untuk monitoring dan peringatan di perlintasan kereta api.

REFERENSI

- [1] Anonymous, *Arduino Ultrasonic Range Detection Sensor (HC-SR04)*
- [2] Baldors Electric Company, "Servo Control Fact," *A Handbook Explaining the Motion*" (Baldors Motor and Drive)
- [3] Banzi, Massimo, *Getting Started with Arduino 2nd Ed.* (Make:Project)
- [4] Ebel, Frank , and Pany, Markus, (2010) *Fundamentals of Servo Motor Drive Technology*, Edition 04
- [5] Evans, Brian, *Beginning Arduino Programming* (New York: Springer Science Business Media, LLC,2011)
- [6] Firrozian, Riazollah, "Servo Motors and Industrials Control Theory," *Mechanical Engineering Series* , Frederick F. Ling (Eds) (Springer), p. 223
- [7] Future Electronics, *Ultrasonic Sensor Module*, Future Electronics Egypt Ltd. (Arduino Egypt)
- [8] Kimo, and Karvinen, Tero, (2011) *Make: Arduino Bots and Gadget*. (O'Reilly, Make:makezine.com)
- [9] Richardson, Matt and Wallace, Shawn, *Getting Started With Raspberry Pi* (O'Reilly, Make: makezine.com)
- [10] Riley, Mike, (2011) "Programming Your Home," *Automate with Arduino, ANDroid and your Computer*. Texas: The Pragmatic Bookshelf (Programming the stepper motor p.132)
- [11] Rose,B.H.,*Remote Control of Railway Signal InterlockingEquipment* (The Institution of Signal Railway Engineers No.26, 1967)
- [12] Wilcher, Don, *Learn Electronics with Android*, (friendsof)
- [13] Yeadon, William, H. and Yeadon, Allan, W., *Handbook of Smalls Electric Motors*.New York: McGraw-Hill Book Company, 2001.