
PERANCANGAN SIMULASI SISTEM PEMANTAUAN PINTU PERLINTASAN KERETA API BERBASIS ARDUINO

Eko Ihsanto¹, Ferdian Ramadhan²

^{1,2}Jurusan Elektro, Universitas Mercu Buana

Jl. Meruya Selatan, Kebun Jeruk - Jakarta Barat.

Telepon: 021-5857722 (hunting), 5840816 ext. 2600 Fax: 021-5857733

Email: eko.ihsanto@gmail.com

Abstrak - Sebuah simulasi rancangan sistem yang membantu masinis kereta api untuk dapat mengetahui lalu lintas pada pintu perlintasan sebidang. Sensor infra merah terpasang pada jalur kereta api dan pintu perlintasan untuk mendeteksi kereta yang akan lewat dan mengetahui apakah terdapat kendaraan yang menerobos palang pintu perlintasan setelah palang pintu tertutup, jika ya maka sensor akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler Arduino untuk mengirimkan SMS informasi ke pada masinis kereta mengenai keadaan di pintu perlintasan. Melalui pengujian simulasi ini juga didapatkan data yang akan digunakan untuk menganalisa jarak yang tepat untuk pemasangan sensor infra merah.

Kata kunci : Pintu perlintasan, Arduino, GPRS Shield.

PENDAHULUAN

Kereta api, merupakan sebuah transportasi darat yang cukup banyak diminati oleh masyarakat di Indonesia, terlihat dari tabel yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik, bahwa alat angkut penumpang ini terus mengalami peningkatan dari tahun ketahunnya, terutama pada tahun 2010 hingga saat ini. Berdasarkan data yang ada tercatat terjadi peningkatan jumlah penumpang setiap tahunnya lebih dari 1 juta orang penumpang[1] di Indonesia. Peningkatan jumlah penumpang kereta api juga perlu diikuti dengan peningkatan keselamatan dan keamanan lintasan kereta api dan khususnya pintu perlintasan kereta api. Menurut data dari Direktorat Jenderal Perkeretapian Kementrian Perhubungan, terdapat 5211 Pintu perlintasan di seluruh Jawa dan Sumatera. Perlintasan resmi sebanyak 4.593 buah terdiri dari 1.174 perlintasan dijaga dan 3.419 perlintasan tidak dijaga. Sedangkan perlintasan tidak resmi ada 618[2]. Melihat angka tersebut maka kemungkinan untuk terjadinya kecelakaan pada pintu perlintasan

masih sangat besar, ditambah kurang disiplinnya para pengguna jalan dan penegakan sanksi tegas bagi pelanggar, menjadikan masalah kecelakaan ini terus berlanjut. Berdasarkan dari data yang di release KNKT pada akhir tahun 2013 [3] terdapat 64 kecelakaan kereta api dengan faktor dominan dari kelalaian manusia.

Salah satu solusi yang digunakan untuk mengurangi angka kecelakaan ini adalah dengan membuat sebuah simulasi sistem pemantauan dengan menggunakan sensor yang mendeteksi kereta datang dan memantau pintu perlintasan kereta api dan mengirimkan informasi ini melalui SMS dengan pengaturan mikrokontroler. Data yang didapatkan dari simulasi akan dianalisa untuk mendapatkan sebuah hasil jarak yang dapat digunakan masinis untuk melakukan pengereman setelah mendapatkan SMS informasi

Tujuan Rancangan

Perancangan simulasi ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem pemantauan perlintasan informatif yang berguna oleh masinis kereta serta menganalisa jarak yang diperlukan oleh seorang masinis untuk memulai pengereman setelah mendapatkan informasi SMS mengenai keadaan pintu perlintasan.

Spesifikasi Rancangan

- a) Menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pemroses utama pada bagian pemantau kedatangan KA dan bagian pintu perlintasan KA
- b) Untuk sensor ada/tidak KA dan kendaraan diantarapintu perlintasan KA menggunakan sensor inframerah
- c) Menggunakan GPRS Shield sebagai *transmitter* informasi melalui
- d) Alat ini menggunakan catu daya DC dengan tegangan sebesar 5 Volt

Tinjauan Pustaka dan Rancang Bangun Sistem

Semboyan dan Faktor Pengereman Pada Kereta Api.

Semboyan adalah sebuah tanda atau marka yang bersifat informasi dan perintah serta ketentuan yang diperlukan seorang masinis dalam acuannya mengemudikan kereta api. Semboyan dapat berupa sebuah bendayang diletakan di kiri kanan jalur kereta ataupun sinyal elektrik dan mekanik. Semboyan juga menjadi acuan oleh masinis untuk melakukan pengereman kereta. Sementara faktor-faktor yang mempengaruhi jarak pengereman kereta adalah :

- a) Kecepatan Kereta Api
- b) Kemiringan lereng lintasan

c) Prosentase gaya pengereman kereta

Berdasarkan faktor-faktor tersebut dan penggunaan rem udara tekan Knorr maka didapatkan rumus pengereman Minden yaitu :

Rumus untuk kereta api dengan rangkaian kereta penumpang :

$$L = \frac{3,85 \cdot V^2}{6,1 \cdot \psi \cdot (1 + \lambda_r / 10) \pm i_r} \quad (m)$$

Rumus untuk kereta api dengan rangkaian gerbong barang :

$$L = \frac{3,85 \cdot V^2}{5,1 \cdot \psi \cdot \sqrt{1 + \lambda_r} - 5 \pm i_r} \quad (m)$$

V = Kecepatan kereta api dalam km/jam
 λ = Prosentase pengereman (%)
 i = Lereng / kemiringan (‰)
 ψ = Faktor kecepatan dan jenis rem
 C_r = Faktor koreksi tanjakan
 λ_r = Faktor koreksi panjang rangkaian

Gambar 1. Rumus Jarak Pengereman Minden

Untuk nilai koefisien yang diperlukan adalah :

Tabel 1. nilai faktor kecepatan dan jenis rem

Kecepatan (V)km/jam	Rem Posisi (R atau P)	Rem Posisi (G)
40	0,84	0,85
50	0,90	0,92
60	0,94	0,97
70	0,96	1,00
80	0,99	1,06
90	1,00	1,06
100	1,00	-

Posisi R dan P adalah untuk kereta penumpang, sedangkan posisi G untuk kereta barang.

Tabel 2. Tabel faktor koreksi panjang rangkaian

Rem Posisi R/P	Jumlah Gandar	n ≤ 24	24 < n ≤ 48	48 < n ≤ 60	60 < n ≤ 80	80 < n ≤ 100
		C1	1,10	1,05	1,0	0,97
Rem Posisi G	Jumlah Gandar	n ≤ 40	40 < n ≤ 80	80 < n ≤ 100	100 < n ≤ 120	120 < n ≤ 150
		C1	1,12	1,06	1,0	0,95

Tabel 3.Tabel nilai faktor koreksi tanjakan

Kecepatan (V)km/jam	40	50	60	70	80	90	100
Rem Posisi R/P	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
Rem Posisi G	7	1	4	7	9	0	0
Rem Posisi G	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	-
	6	8	0	2	4	5	

Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah platform hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat prototype peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler 89 eprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATMega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui bootloader meskipun ada opsi untuk mem-bypass bootloader dan menggunakan download-er

untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

Spesifikasi arduino yang digunakan adalah:

- IC Mikrokontroler : ATmega 328PU
- Tegangan suplai : 5 Vdc
 - Kristal : 8 MHz
 - Port input : PA.0 – PA.3
 - Port output : PD.3 s.d PB.6
 - Port Tx : PD.0
 - Port Rx : PD.1

GPRS Shield

Komponen GPRS Shield yang digunakan adalah merk Seed dengan tipe V.2. Komponen ini berfungsi sebagai pengirim pesan melalui frekuensi GSM menuju telepon selular masinis, atas perintah mikrokontroller. Pemasangan GPRS shield menempel pada setiap pin Arduino. Adanya extention port yang tersambung keatas memudahkan dalam menjumper input yang diperlukan untuk menyambungkan ke input dan output dari Arduino itu sendiri. GPRS Shield menggunakan tegangan yang sama dengan arduino untuk beroperasi yaitu di 5V.

Pada tipe V.2 antenna sudah menggunakan antenna mikrostrip yang berbeda dengan tipe

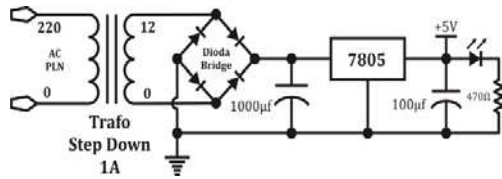
sebelumnya. Untuk tipe ini penggunaan baudrate diatas 9800 kurang kompatibel dan untuk inisialisasi pemrograman yang dapat diterima adalah pada program IDE arduino dengan versi 0023

Rangkaian infra merah

Rangkaian pada jalur perlintasan kereta api dan pada pintu perlintasan kereta berfungsi sebagai pemicu sinyal untuk menyalakan sensor infra merah pemantau pintu perlintasan dan pemicu kalkulasi dari perhitungan timer pada mikrokontroller untuk menganalisa apakah terdapat kereta api melintas atau halangan dari lamanya kendaraan menutupi sinar infra merah yang keluar dari LED infra merah menuju photo dioda pada pintu perlintasan.

Rangkaian Catu Daya

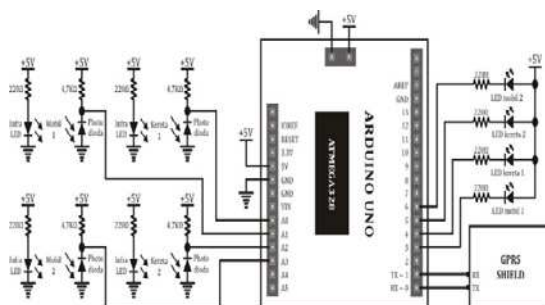
Pada perancangan penelitian ini dirancang catu daya untuk memberikan sumber tegangan ke seluruh rangkaian dengan skema rangkaian yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2. Skematik rangkaian catu daya

Catu daya menggunakan Trafo Step down yang digunakan untuk menurunkan tegangan dari 220 Volt AC PLN menjadi 12 Volt AC. Tegangan yang dihasilkan trafo masih AC, kemudian masuk ke dioda bridge sehingga menjadi DC. Diperlukan kapasitor untuk menghilangkan frekuensi yang masih ada pada sisa hasil penurunan tegangan sehingga mendapatkan tegangan 5Vdc murni

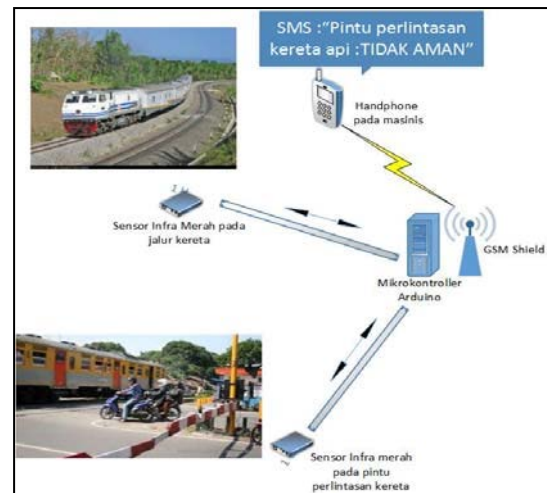
Tegangan yang dibutuhkan oleh penelitian ini adalah 5 Volt sehingga digunakan Regulator untuk menghasilkan tegangan 5 Volt yaitu IC 7805.



Gambar 3. Skematik rangkaian komponen utama sistem

1. Cara Kerja Sistem dan Hasil Pengujian

Sensor infra merah menjadi sinyal utama dan masuk sebagai inputan analog menuju kontrol arduino. Arduino kemudian menyalakan sensor infra merah pada pintu perlintasan, dan mengolah data masukan dari sensor pada perlintasan untuk memutuskan perlu tidaknya pengiriman informasi SMS melalui GPRS Shield ke masinis kereta.



Gambar 4. Cara Kerja simulasi sistem pemanataun pintu perlintasan kereta api berbasis Arduino

Dari pengujian cara kerja alat maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil pengujian waktu Kerja Sistem Berdasarkan Operator SMS

Pengujian Waktu Kerja Sistem Berdasarkan Operator SMS					
No. Pengujian	Kecepatan Kereta Api (m/s)	Pergunaan Operator SMS			
		HP Telkomsel		HP XL	
		sensor Jlr 1 (s)	sensor Jlr 2 (s)	sensor Jlr 1 (s)	sensor Jlr 2 (s)
1	10	6,3	6,3	7,8	8,1
2	10	6,2	6,4	9,6	9,7
3	10	6,2	6,3	8,5	7,7
4	20	6,1	7,4	8,6	8,6
5	20	6,2	6,5	7,7	8,3
6	20	6,3	6,3	7,3	8,7
7	40	7,4	6,2	8,8	7,9
8	40	6,2	8,9	8,4	9,1

Dengan data tersebut dapat dihitung jarak pengereman masinis berada pada :

$$L_{60} = \frac{3,85 \cdot 60^2}{6,1 \cdot 0,84 \cdot \left(1 + \frac{1,05 \cdot 30,24}{10}\right) \pm 0}$$

$$L_{60} = \frac{13860}{6,1 \cdot 0,84 \cdot (8,3752) \pm 0}$$

$$L_{60} = \frac{13860}{51,914} = 322,971 \approx 323 \text{ m}$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa menurut rumus minden bahwa jarak yang diperlukan untuk pengereman kereta api pada kecepatan 60Km/jam adalah 323 m ditambah jarak selama proses pengiriman informasi :

$$S = V \cdot T$$

$$V = 60 \text{ Km/jam} = 17\text{m/s}$$

$$T = \text{Meter}$$

$$S = 17\text{m/s} \cdot 8,9\text{s} = 151,3 \text{ m}$$

Sehingga didapatkan jarak tempuh pengereman kereta api dan pemasangan sensor pendeteksi kereta api di

Jarak penempatan sensor (Js) = Jarak batas kereta berhenti + Jarak Pengereman + Jarak Waktu proses sistem

$$J_s = 100\text{m} + 323\text{m} + 151,3 \text{ m} = 574,3\text{m} \approx 575\text{m}$$

sebelum pintu perlintasan kereta api

KESIMPULAN DAN SARAN

Teori untuk jarak pengereman kereta api dan penempatan sensor infra merah pada jalur kereta dengan menggunakan simulasi sistem pemantauan pintu perlintasan kereta api berbasis arduino adalah dengan saran :

- Jarak penempatan sensor adalah 575m sebelum pintu perlintasan sebidang.
- Kereta api saat memasuki sensor pada jalur dengan kecepatan tidak lebih dari 60km/jam dan dapat ditempatkan semboyan pembatas kecepatan sebelum

memasuki pintu perlintasan ditempat yang sama dengan sensor terpasang.

- c) Untuk sistem pengereman menggunakan blok rem dengan material komposit, untuk mengurangi jarak pengereman.
- d) Penggunaan kartu sim operator ke telepon seluler dari rangkain sistem disarankan menggunakan operator yang sama , untuk menghindari pelambatan waktu pada proses pengiriman pesan.
- e) Diperlukan catu tegangan lebih dan tambahan regulator daya untuk mengatasi rugi-rugi tegangan transmisi antara sensor infra merah dengan mikrokontroller.
- f) Dapat ditambahkan sebuah sistem informasi pada pintu perlintasan mengenai jarak dan waktu tempuh kereta yang akan melewati pintu perlintasan kereta api.
- g) Dengan penelitian lebih lanjut, pengoperasian pintu perlintasan otomatis ditambah sistem pemantauan pintu perlintasan kereta berbasis arduino ini secara terpadu dapat membantu mengurangi angka kecelakaan

pada pintu perlintasan, tentu ditambah dengan kedisiplinan para pengendara dan pengguna jalan .

DAFTAR PUSTAKA

1. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17¬ab=16
2. <http://m.dephub.go.id/read/berita/dalam-lima-tahun-terakhir-keselamatan-perkeretaapian-meningkat-61518>
3. <http://searchglobalonline.blogspot.com/2013/02/mikrokontroler-penjelasan.html>
4. Matsumoto Masakazu, Sekino Shinichi, and Wajima Takenori. 2005. Latest System Technology for Railway Electric Cars.
5. Praha, S.R.O., "Continuous Automatic Train Protection with Automatic Train Operation", AZD, 2000.
6. PT. KAI, 2002. *Diktat Pelatihan Elektronika Daya*. Edisi Pertama. PT. KAI Indonesia, Bandung
7. <http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>

8. <http://hadhilchoirihendra.wordpress.com/2012/11/15/bagaimana-proses-pengiriman-sms/>
9. AS, Hartono, Ir. 2001, Majalah Rel edisi 1 tahun ke 1
10. <http://m.dephub.go.id/read/berita/dalam-lima-tahun-terakhir-keselamatan-perkeretaapian-meningkat-61518>

Daftar Acuan :

- [1]http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17¬ab=16
- [2]<http://sinarharapan.co/news/read/29317/1192-pintu-perlintasan-ka-tak-dijaga>
- [3]www.dephub.go.id/knkt/ntsc_home/.../Media_Release_KNKT_2013.pdf
- [4] AS, Hartono, Ir. 2001, Majalah Rel edisi 1 tahun ke 1