

Sistem Pengaturan Palang Pintu Kereta Api Terintegrasi Sensor Vibrasi, Proximity dan RTC melalui Komunikasi Wireless

¹⁾ **Abdullah**

Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1 Kampus USU, Sumatera Utara, Indonesia
E-Mail: abdullah@polmed.ac.id

²⁾ **Ariski**

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Jln. Lapangan Golf No. 120, Kp. Tengah, Kec. Pancur Batu, Kab.Deli Serdang, Sumatera Utara, Indonesia
E-Mail: ariski@uinsu.ac.id

ABSTRACT

Research has been carried out on an integrated railroad crossing control system proximity sensor, vibration sensor and Real Time Clock (RTC) through wireless communication which can produce a monitoring and control system for railroad crossing gates automatically, knowing the effectiveness of NRF24I01 in providing data wirelessly to inputs that used (proximity sensors, vibration sensors, Real Time Clock), determine the effectiveness of the ATmega 328 microcontroller in processing all input and output data, and determine the work of automatic railroad crossing gates using three inputs (proximity sensors, vibration sensor, and RTC). The method applied in this research is the Research and Development or R&D method. The results of the tests that have been carried out prove that the system has been successfully integrated and effectively works according to the target, namely monitoring and controlling railroad crossing gates with a combination of vibration sensor, proximity sensors and Real Time Clock through wireless communication.

Keyword : wireless, NRF24I01, real time clock, vibration sensor, proximity sensor

PENDAHULUAN

Kereta api merupakan salah satu jenis transportasi yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia untuk melaksanakan beberapa kegiatan, baik untuk berangkat kerja, perjalanan liburan, hingga pulang kampung (mudik). Data yang dihimpun dari Badan Pusat Statistik bahwa alat angkut penumpang kereta api terus mengalami peningkatan dari tahun ketahunnya.

Tingkat keselamatan serta keamanan seharusnya menjadi fokus utama dalam upaya mengurangi angka kematian yang terjadi pada pintu-pintu perlintasan kereta api. Data dari Manajemen PT Kereta Api Indonesia (KAI) wilayah Sumatera Utara Divre I total perlintasan kereta api adalah 353 yang terdiri atas perlintasan sebidang resmi sebanyak 92 dan perlintasan liar 252, sedangkan untuk perlintasan tidak sebidang sebanyak 9. Tampak data perlintasan kereta api liar lebih dari 70% memungkinkan untuk terjadinya kecelakaan pada pintu perlintasan kereta api masih sangat besar, ditambah kurang disiplinnya para pengguna jalan dan penegakan sanksi tegas bagi para pelanggar, sehingga dibutuhkan sebuah sistem pengaturan terhadap palang pintu kereta api terintegrasi sensor vibrasi, proximity dan rtc melalui komunikasi *wireless* yang merupakan salah satu cara untuk sistem keselamatan dan keamanan kereta api untuk membantu menekan kurangnya angka kecelakaan pada perlintasan kereta api.

LANDASAN TEORI

A. Arduino Uno

Arduino merupakan modul yang menggunakan mikrokontroler atmega 328 dapat diintegrasikan dengan *input* dan *output* untuk dapat membuat sistem yang handal dan bekerja otomatis [1].

Tabel 1. Fitur-Fitur Modul Arduino

Mikrokontroler	Atmega 328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage(recommended)	7-12V
Digital I/O Pin	14(Of which 6 provide PWM Output)
Analog Input Pin	6
DC Current per I/O Pin	40Ma
DC Current per 3.3V Pin	50 Ma
Flash Memory	16 kb(atmega168) or 32 kb (atmega 328)
SRAM	1 kb(atmega168) or 2 kb (atmega 328)
EEPROM	512 Bytes (atmega 328P)
Clock Speed	16 HZ
Input Voltage (Limits)	6-20V

B. Sensor Proximity

Sensor proximity merupakan salah satu sensor yang dapat mendeteksi objek tanpa memerlukan sentuhan fisik. Semakin target dekat atau menjauh

dengan sensor maka akan terjadi perbedaan logika yang dihasilkan sensor [2].



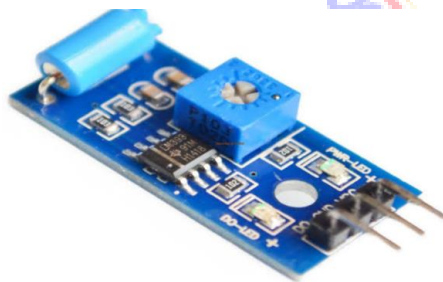
Gambar 1. Sensor proximity



Gambar 3. RTC DS3231

C. Sensor Vibrasi

Sensor vibrasi atau disebut juga dengan sensor getar merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi getaran yang diubah kedalam sinyal listrik. Sensor vibrasi berbanding terbalik dengan cara kerja speaker, dimana membran pada sensor digunakan untuk menangkap getaran dari luar dan mengubahnya menjadi besaran listrik [3]. Modul sensor vibrasi akan menghasilkan keluaran logika *high* pada saat mendeteksi getaran. Sensor vibrasi bereaksi terhadap beberapa getaran dari berbagai sudut, sensor ini berfungsi sebagai saklar pada saat kondisi statis. Sebaliknya pada posisi terguncang atau mendeteksi getaran, saklar akan membuka atau menutup dengan kecepatan pengalihan proporsional dengan kekerapan guncangan. Pengalihan guncangan ini memiliki persamaan dengan sistem kerja dari PWM (Pulse Width Modulation). Dengan demikian tingkat sensitivitasnya dapat diatur atau dikalibrasi dengan potensiometer yang terpasang pada sensor vibrasi [4].



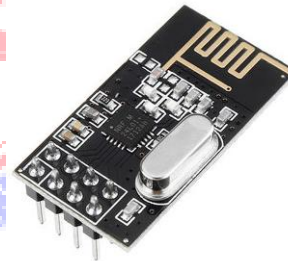
Gambar 2. Sensor vibrasi

D. RTC (Real Time Clock)

RTC adalah chip yang memiliki konsumsi daya yang sangat rendah. Di dalam RTC juga terdapat kalender atau jam, kode *binary*, serta menggunakan komunikasi *serial two wire*. RTC berfungsi sebagai penyedia data berupa bentuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan informasi yang telah diprogramkan. RTC memiliki antarmuka *serial two-wire* dan memiliki jalur data yang parallel, sinyal keluaran gelombang kotak, konsumsi daya kurang dari 500nA dan menggunakan baterai cadangan osilator, memiliki ketahanan suhu -40 derajat C hingga +85 derajat celsius, tersedia dalam bentuk 8 pin DIP atau SOIC [5].

E. NRF24L01

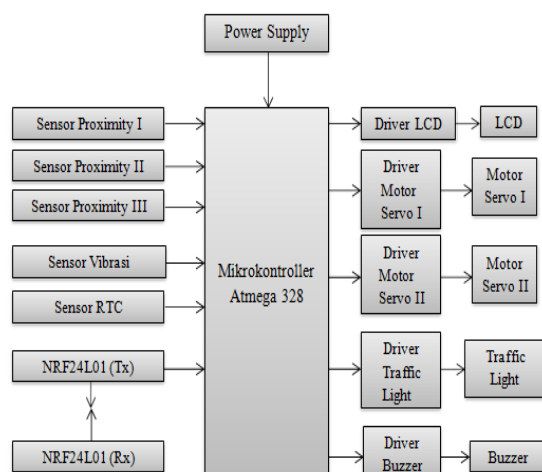
NRF24L01 adalah serial nirkabel yang di desain untuk aplikasi *ultra low power wireless* dengan pita frekuensi ISM 2,4 GHz. NRF24L01 dikonfigurasi dan dapat dioperasikan melalui antarmuka perangkat serial. Untuk dapat saling terhubung node harus terhubung pada *channel* yang sama. NRF24L01 memiliki dua mode yaitu TX mode berfungsi sebagai pengirim paket data sedangkan RX mode sebagai penerima paket data. Nrf24l01 merupakan salah satu modul yang digunakan untuk membuat alat seperti joystick, mouse nirkabel, dan lain sebagainya. Keuntungan menggunakan nrf24l01 yaitu terdapat baseband logic enhanced shock burst hardware protocol accelerator serta memiliki true ULP solution yang memungkinkan daya tahan baterai berbulan-bulan hingga bertahun-tahun [6].



Gambar 4. Modul NRF24L01

METODE PENELITIAN

Untuk merealisasikan sistem palang pintu kereta api terintegrasi sensor proximity, sensor vibrasi, Real Time Clock melalui komunikasi *wireless* perlu beberapa tahapan hingga alat dapat diselesaikan. Pembuatan alat ini dirancang sesuai diagram blok pada gambar 2. Pembuatan alat ini melalui dua tahapan, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Dimana perancangan perangkat keras terdiri dari dari perancangan mekanik dan kebutuhan elektronik sistem, sedangkan perancangan perangkat lunak terdiri dari software (Arduino IDE) dan program yang digunakan (Bahasa C Arduino).

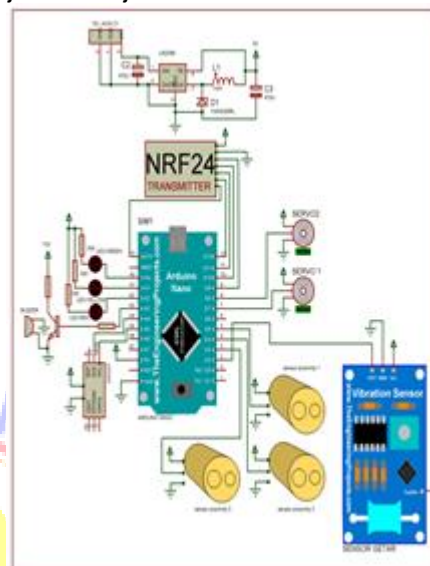


Gambar 5. Diagram blok sistem

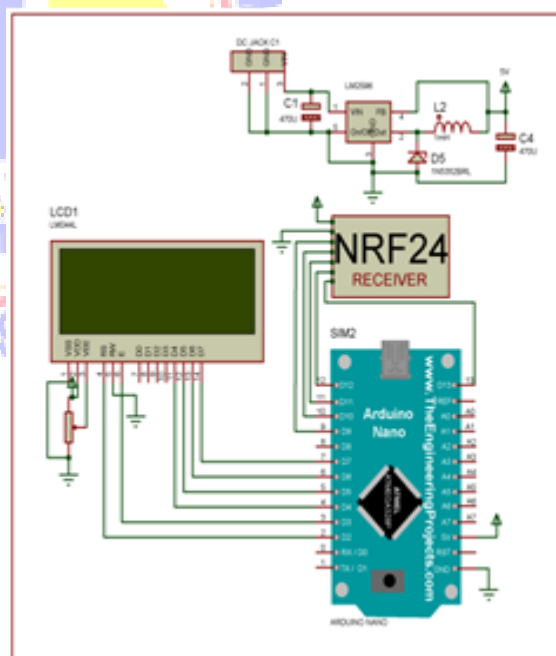
Adapun fitur-fitur dan penjelasan dari diagram blok diatas adalah :

1. Power supply berfungsi sebagai sumber tegangan untuk menjalankan sistem/alat yang telah dibuat.
2. Mikrokontroler atmega 328 berfungsi sebagai sistem pengendali komponen berupa pengolahan data input atau output.
3. Sensor Proximity digunakan untuk mendeteksi tiga posisi halangan suatu objek yang difungsikan untuk mendeteksi halangan kereta api sebagai tanda kedatangan kereta api.
4. Sensor vibrasi digunakan untuk mendeteksi getaran yang dihasilkan dari suatu objek pada sebuah media yang difungsikan untuk mendeteksi kedatangan kereta api melalui getaran yang dihasilkan dari kereta api.
5. RTC digunakan untuk menampilkan waktu yang sebenarnya dan difungsikan untuk menampilkan waktu keberangkatan kereta api dengan waktu sebenarnya.
6. NRF24L01 transmitter berfungsi sebagai pengirim data yang akan dijalankan menuju receiver sebagai penerima data.
7. NRF24L01 receiver berfungsi sebagai penerima data yang diterima dari transceiver.
8. Driver LCD berfungsi sebagai pengendali kerja LCD.
9. LCD berfungsi untuk menampilkan informasi kedatangan kereta api, serta menampilkan waktu dan karakter informasi lainnya.
10. Driver motor servo berfungsi sebagai pengendali kerja motor servo.
11. Motor servo berfungsi sebagai penggerak palang pintu perlintasan kereta api ketika menutup jika kereta api melintas atau membuka ketika kereta api sudah melintas.
12. Driver buzzer berfungsi sebagai pengendali kerja buzzer.
13. Buzzer sebagai alarm yang difungsikan untuk memberikan tanda kedatangan kereta api berupa variasi bunyi sesuai keadaan sistem.
14. Driver traffic light sebagai pengendali kerja traffic light.

15. Traffic light berfungsi sebagai pemberi tanda melalui warna lampu dan difungsikan untuk memberi tanda kepada pengguna jalan. Merah untuk berhenti, kuning hati-hati, dan hijau untuk jalan.



Gambar 6. Rangkaian transmitter sistem



Gambar 7. Rangkaian receiver sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kerja pengaturan palang pintu kereta api ini secara menyeluruh diuji dengan mensimulasikan kereta api pada rancangan yang telah dibuat. Hasil penelitian yang telah dilakukan pada sistem pengaturan palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi sensor proximity, sensor vibrasi dan Real Time Clock melalui komunikasi wireless menggunakan NRF24L01 telah bekerja sesuai program kerja sistem yang dirancang. Program sistem palang pintu perlintasan kereta api ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu program untuk receiver dan program untuk transmitter. Tampilan

hasil perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Perancangan mekanik sistem

Pengujian yang dilakukan pada sistem ini yaitu : pengujian sensor proximity, sensor vibrasi dan *Real Time Clock* serta hasil uji keseluruhan sistem.

Pengujian Sensor Proximity

Sensor proximity merupakan salah satu sensor utama yang digunakan sebagai pendeteksi posisi dari kereta api yang melintas melalui tiga posisi jarak tertentu. Pengujian secara manual memakai rentang jarak 0 cm – 100 cm. Pengujian pengukuran dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. Pengujian Sensor Proximity

Percobaan Ke	Jarak Ukur (cm)	Keterangan
1	20	Terdeteksi
2	40	Terdeteksi
3	80	Terdeteksi
4	100	Tidak Terdeteksi

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa pada percobaan pertama hingga percobaan ketiga sensor proximity dapat mendeteksi keberadaan kereta api. Hal tersebut sesuai dengan spesifikasi sensor proximity yang hanya dapat mendeteksi halangan dengan jarak maksimal sejauh 80 cm. Sedangkan pada percobaan keempat sensor proximity tidak mampu mendeteksi halangan pada kereta api, hal tersebut disebabkan oleh jarak untuk pendeteksian yang sudah melampaui maksimal dari kemampuan sensor tersebut sehingga sensor proximity tidak mampu mendeteksi halangan kereta api.

Pengujian Sensor Vibrasi

Sensor vibrasi berfungsi untuk mendeteksi getaran yang dihasilkan dari suatu objek. sistem data sensor getaran yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor Vibrasi

Posisi Kereta Api	Status Sensor Vibrasi
Setelah Melintas Palang Pintu	Off

Menuju Palang Pintu	On
Melintas Palang Pintu	On

Berdasarkan tabel diperoleh sensor vibrasi akan non aktif (off) apabila keberadaan kereta api telah melintasi palang pintu. Sedangkan sensor vibrasi akan aktif (on) apabila keberadaan kereta api menuju palang pintu dan melintas palang pintu.

Pengujian Sensor Real Time Clock

Sensor *Real Time Clock* berfungsi untuk mengatur waktu kedatangan kereta api menuju perlintasan. Pengujian RTC dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian *Real Time Clock*

Waktu Real Time Clock	Waktu Sebenarnya
09.00	09.00
10.00	10.00
11.00	11.00
12.00	12.00
13.00	13.00

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan waktu pada *real time clock* secara program dengan waktu yang sebenarnya, sehingga sensor RTC dapat dapat digunakan dengan baik oleh sistem.

Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian seluruh sistem menggabung seluruh kerja input dan output yang digunakan pada sistem yang dirancang, dimana kerja seluruh sistemnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Secara Keseluruhan

Posisi Kereta Api	Keadaan	Status
Telah Melewati Palang Pintu	Sensor Proximity I	On
	Sensor Proximity II	Off
	Sensor Proximity III	Off
	Sensor Vibrasi	Off
	Sensor RTC	12.00.05
	Motor Servo	Terbuka
	Traffic Light	Hijau
	Buzzer	Off
Menuju Palang Pintu	LCD	Silahkan Lewat Kereta Api Telah Melintas
	Sensor Proximity I	Off
	Sensor Proximity II	On
	Sensor Proximity III	Off
	Sensor Vibrasi	On
	Sensor RTC	12.00.10
	Motor Servo	Terbuka
	Traffic Light	Kuning
	Buzzer	On (Dengan Delay)
	LCD	Hati-Hati Kereta Api Akan Melintas
	Sensor Proximity I	Off

Posisi Kereta Api	Keadaan	Status
Melintasi Palang Pintu	Sensor Proximity II	Off
	Sensor Proximity III	On
	Sensor Vibrasi	On
	Sensor RTC	12.00.10
	Motor Servo	Tertutup
	Traffic Light	Merah
	Buzzer	On (Tanpa Delay)
	LCD	Harap Berhenti Kereta Api Sedang Melintas

Pengujian miniatur palang pintu kereta api otomatis dilakukan untuk mengetahui kinerja dari setiap sensor dan untuk pengambilan data penelitian. Pengujian ini dilakukan secara menyeluruh pada setiap input dan outputnya.

Sistem kerja alat ini mengacu pada keberadaan posisi kereta api yang terbagi menjadi tiga bagian, yaitu: posisi kereta api ketika telah melewati palang pintu, posisi kereta api menuju palang pintu, dan posisi kereta api ketika melintasi palang pintu.

Untuk bagian pertama, pada saat posisi kereta api telah melewati palang pintu maka sensor proximity akan on, sensor vibrasi off, RTC menunjukkan waktu pukul 12.00.05 yang ditampilkan pada layar lcd, motor servo akan terbuka, traffic light berwarna hijau, buzzer off, dan lcd akan menampilkan informasi "silahkan lewat kereta api telah melintas".

Untuk bagian kedua, pada saat posisi kereta api menuju palang pintu maka sensor proximity on, sensor vibrasi on, RTC menunjukkan waktu pukul 12.00.10 yang ditampilkan pada layar lcd, motor servo akan terbuka, traffic light berwarna kuning, buzzer on dengan bunyi delay, dan lcd akan menampilkan informasi "harap hati-hati kereta api akan melintas".

Untuk bagian ketiga, pada saat posisi kereta api melintasi palang pintu maka sensor proximity on, sensor vibrasi on, RTC menunjukkan waktu pukul 12.00.20 yang ditampilkan pada layar lcd, motor servo akan tertutup, traffic light berwarna merah, buzzer on dengan bunyi tanpa delay, dan lcd akan menampilkan informasi "harap berhenti kereta api akan melintas".

Penggunaan nrf24l01 pada alat penelitian ini sangat efektif dalam pemberian data secara *wireless* atau nirkabel sehingga komunikasi perangkat keras antara pengirim (tx) yaitu tiga buah sensor proximity, sensor vibrasi, real time clock, buzzer, motor servo, traffic light dan penerima (rx) yaitu display lcd telah berkerja dengan baik.

KESIMPULAN

Pada sistem pengaturan palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi sensor proximity, sensor vibrasi dan *Real Time Clock* (RTC) dapat

memonitoring secara otomatis dengan tiga keadaan yaitu kedatangan kereta api mendekati perlintasan palang pintu, melintasi palang pintu dan telah melintasi palang pintu melalui deteksi tiga buah sensor proximity, sensor vibrasi dan *Real Time Clock* yang ditandai dengan indikator *buzzer* dan *traffic light* serta display lcd. Penggunaan nrf24l01 pada alat penelitian ini sangat efektif dalam pemberian data secara *wireless* atau nirkabel sehingga komunikasi perangkat keras antara pengirim (tx) yaitu tiga buah sensor proximity, sensor vibrasi, real time clock, buzzer, motor servo, traffic light dan penerima (rx) yaitu display lcd telah berkerja dengan baik. Penggunaan mikrokontroler atmega 328 sangat efektif dalam pembacaan data berupa input yaitu tiga sensor proximity, sensor vibrasi, *Real Time Clock*, dan output yaitu buzzer, traffic light, dan motor servo, serta lcd sehingga dari hasil pengujian yang telah dilakukan membuktikan bahwa sistem telah dibuat berhasil diintegrasikan dan bekerja sesuai dengan target yaitu memonitoring dan mengendalikan palang pintu perlintasan kereta api dengan kombinasi sensor vibrasi, proximity dan *Real Time Clock* melalui komunikasi *wireless*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. K. Rath, "Arduino based: Smart light control system," *International Journal of Engineering Research and General Science*, vol. 4, no. 2, pp. 784-790, 2016.
- [2] A. F. Agustya and A. Fahrudi, "Rancang Bangun Alat Otomatis Pemilah Sampah Logam, Organik Dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity Induksi Dan Sensor Proximity Kapasitif," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2020, vol. 1, no. 1, pp. 475-480.
- [3] W. Purnamasari and R. Wijaya, "Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Getaran dengan Output Suara Berbasis PC," *Jurnal Mantik Penusa*, vol. 21, no. 1, 2017.
- [4] H. Alam, B. S. Kusuma, and M. A. Prayogi, "Penggunaan Sensor Vibration Sebagai Antisipasi Gempa Bumi," *JET (Journal of Electrical Technology)*, vol. 5, no. 2, pp. 43-52, 2020.
- [5] F. Marinus, B. Yulianti, and M. Haryanti, "RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN BERDASARKAN WAKTU MENGGUNAKAN RTC BERBASIS ARDUINO UNO PADA TANAMAN TOMAT," *JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, vol. 9, no. 1, 2020.
- [6] A. Septiano and T. Gozali, "Nrf 24l01 Sebagai Pemancar/Penerima Untuk Wireless Sensor Network," *Jurnal Tekno*, vol. 17, no. 1, pp. 26-34, 2020.