

**SISTEM PENGATURAN PALANG PINTU PERLINTASAN
KERETA API TERINTEGRASI SENSOR *PROXIMITY*
DAN SENSOR VIBRASI BERDASARKAN
*REAL TIME CLOCK (RTC)***

SKRIPSI

**ARISKI
0705163028**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**SISTEM PENGATURAN PALANG PINTU PERLINTASAN
KERETA API TERINTEGRASI SENSOR *PROXIMITY*
DAN SENSOR VIBRASI BERDASARKAN
*REAL TIME CLOCK (RTC)***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**ARISKI
0705163028**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Ariski
Nomor Induk Mahasiswa	: 0705163028
Program Studi	: Fisika
Judul	: Sistem Pengaturan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Terintegrasi Sensor <i>Proximity</i> dan Sensor Vibrasi Berdasarkan <i>Real Time Clock (RTC)</i>

dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 24 Maret 2021 M
10 Syakban 1442 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Muhammad Nuh, S.Pd., M. Pd.
NIP. 19750324 200710 1 001

Pembimbing Skripsi II,



Abdullah, S.Si., M.T.
NIP. 198712112019031008

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Sistem Pengaturan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Terintegrasi Sensor *Proximity* dan Sensor Vibrasi Berdasarkan *Real Time Clock (RTC)*

Penulis : ARISKI

NIM : 0705163028

Pembimbing I : Muhammad Nuh, S.Pd., M. Pd.

Pembimbing II: Abdullah, S.Si.,M.T.

Tanggal Sidang:

Disetujui oleh,

Pembimbing I,



Muhammad Nuh, S.Pd., M. Pd.
NIP. 19750324 200710 1 001

Pembimbing II,



Abdullah, S.Si.,M.T.
NIP. 198712112019031008

Mengetahui,

Ketua Program Studi Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan



Muhammad Nuh, S.Pd., M. Pd.
NIP. 19750324 200710 1 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : ARISKI
Nomor Induk Mahasiswa : 0705163028
Program Studi : Fisika
Judul : Sistem Pengaturan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Terintegrasi Sensor *Proximity* dan Sensor Vibrasi Berdasarkan *Real Time Clock (RTC)*

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 24 Maret 2021

ARISKI
NIM. 0705163028

SISTEM PENGATURAN PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API TERINTEGRASI SENSOR *PROXIMITY* DAN SENSOR VIBRASI BERDASARKAN *REAL TIME CLOCK (RTC)*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian sistem pengaturan palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi sensor *proximity* dan sensor vibrasi berdasarkan *real time clock (RTC)* yang dapat menghasilkan sistem monitoring untuk palang pintu perlintasan kereta api secara otomatis, mengetahui keefektifan nrf24101 dalam memberikan data secara *wireless* kepada indikator yang digunakan (sensor *proximity*, sensor vibrasi, *Real Time Clock*), mengetahui keefektifan mikrokontroler atmega 328 dalam memproses seluruh data berupa input dan output, dan mengetahui kerja palang pintu perlintasan kereta api otomatis dengan menggunakan tiga indikator (sensor *proximity*, sensor vibrasi, dan *Real Time Clock*). Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode *Research and Development* atau R&D. Pengembangan penelitian ini dilakukan dengan penambahan beberapa indikator yaitu sensor *proximity*, sensor vibrasi, *RTC*, dan pembacaan melalui nrf24101. Pada alat sistem pengaturan palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi sensor *proximity* dan sensor vibrasi berdasarkan *real time clock (RTC)* dapat memonitoring secara otomatis kedatangan kereta api mendekati perlintasan palang pintu, melintasi palang pintu, dan telah melintasi palang pintu melalui deteksi tiga sensor *proximity*, sensor vibrasi, *real time clock*, yang ditandai dengan indikator buzzer, *traffic light*, serta display lcd.

Kata-kata Kunci: Nrf24101, Proximity, RTC, dan Vibrasi

**RAILROAD CROSSING CONTROL SYSTEM INTEGRATED
PROXIMITY SENSOR AND VIBRATION SENSOR BASED
ON REAL TIME CLOCK (RTC)**

ABSTRACT

Research has been carried out on the system for controlling railroad crossings with integrated proximity sensors and vibration sensors based on real time clock (RTC) which can produce a monitoring system for railroad crossings automatically, knowing the effectiveness of nrf24l01 in providing data wirelessly to the indicators used (vibration sensor, proximity sensor and Real Time Clock), knowing the effectiveness of the atmega 328 microcontroller in processing all data in the form of input and output, and knowing the work of automatic railroad crossings by using three indicators (proximity sensor, vibration sensor, and Real Time Clock. The method applied in this research is the research and development or R&D method. The development of this research is carried out by adding several indicators, namely the proximity sensor, vibration sensor, RTC, and rading via nrf24l01. In the railroad crossing system, the integrated proximity sensor and vibration sensor based on Real Time Clock (RTC) can automatically monitor the arrival of the train approaching the gate crossing, crossing the gate, and having crossed the latch through the detection of three proximity sensors, vibration sensore, real time clock, which marked with a buzzer indicator, traffic light, and LCD display.

Keywords: nrf24l01, proximity, RTC, and vibration

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT berkat Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sistem Pengaturan Palang Pintu Kereta Api Terintegrasi Sensor *Proximity* Dan Sensor Vibrasi Berdasarkan *Real Time Clock (RTC)*” .

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Syahrin Harahap, M.A., selaku Rektor UIN Sumatera Utara Medan.
2. Dr. Mhd. Syahnan, M.A., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
3. Muhammad Nuh, S.Pd., M. Pd. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
4. Miftahul Husnah, M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama proses penyelesaian skripsi.
5. Muhammad Nuh, S.Pd., M. Pd. selaku Pembimbing Skripsi I dan Abdullah, S.T., M.T., selaku Pembimbing Skripsi II yang telah membantu dan meluangkan waktunya telah memberikan ilmu kepada penulis.
6. Manajemen PT. Kereta Api Indonesia (KAI) Drive I Sumatera Utara yang telah membantu dan memberikan motivasi kepada penulis.
7. Ayah Beni Aswar, Ibu Anna Barus, abang Aditya dan Fachri Reza dan adik Alif Wira Dhika tercinta yang selalu memberikan motivasi dan doa untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan dunia pendidikan pada khususnya.

Medan, 24 Maret 2021
Penulis,

ARISKI
NIM: 0705163028

DAFTAR ISI

Halaman

PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Palang Pintu Perlintasan Kereta Api	6
2.2. Miniatur Palang Pintu Perlintasan Kereta Api	6
2.3. Mikrokontroler	7
2.3.1. Mikrokontroler Atmega 328	7
2.3.2. Konfigurasi Pin ATmega 328	8
2.4. Sensor <i>Proximity</i>	9
2.5. Sensor Vibrasi	10
2.6. <i>Real Time Clock (RTC)</i>	11
2.7. Motor Servo	12
2.8. <i>LCD (Liquid Crystal Display)</i>	14
2.9. Adaptor / Power Supply	15
2.10. NRF24L01	16

2.11. <i>Traffic Light</i>	18
2.12. <i>Buzzer</i>	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian	20
3.1.1. Tempat Penelitian	20
3.1.2. Waktu Penelitian	20
3.2. Alat Dan Bahan	20
3.2.1. Alat	20
3.2.2. Bahan	21
3.3. Prosedur Penelitian	22
3.4. Rangkaian Sensor <i>Proximity</i>	23
3.5. Rangkaian Sensor Vibrasi	24
3.6. Rangkaian <i>Real Time Clock</i>	24
3.7. Rangkaian Motor Servo	25
3.8. Rangkaian Nrf24l01	25
3.9. Rangkaian LCD 20x4	26
3.10. Rangkaian <i>Buzzer</i>	27
3.11. Rangkaian <i>Traffic Light</i>	27
3.12. Rangkaian Keseluruhan Alat	28
3.13. Flowchart	29

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis	31
4.2. Pengujian Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis	32
4.3. Pengujian Sensor <i>Proximity</i>	33
4.4. Pengujian Motor Servo	34
4.5. Pengujian Sensor <i>Real Time Clock</i>	35
4.6. Pengujian Sensor Vibrasi	36
4.7. Pengujian <i>Traffic Light</i>	37
4.8. Pengujian <i>Buzzer</i>	38
4.9. Pengujian LCD	39
4.10. Pengujian Kerja Sistem Secara Keseluruhan	40
4.11. Pembahasan Hasil Uji Miniatur Palang Pintu kereta Api	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 47

5.2. Saran 48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN 1

LAMPIRAN 2

DAFTAR GAMBAR

Tabel	Judul Gambar	Halaman
2.1.	Aturan Desain Pintu Perlintasan Kereta Api	6
2.2.	Konfigurasi pin Atmega 328	8
2.3.	Sensor <i>Proximity</i>	10
2.4.	Sensor Vibrasi	11
2.5.	<i>Real Time Clock (RTC)</i>	11
2.6.	Pulsa Motor Servo	13
2.7.	Motor Servo	13
2.8.	LCD 20 x 4	15
2.9.	Adaptor	16
2.10.	Nrf24l01	17
2.11.	<i>Traffic Light</i>	18
2.12.	<i>Buzzer</i>	19
3.1.	Diagram Blok	22
3.2.	Rangkaian Sensor <i>Proximity</i>	24
3.3.	Rangkaian Sensor Vibrasi	24
3.4.	Rangkaian <i>Real Time Clock</i>	25
3.5.	Rangkaian Motor Servo	25
3.6.	Rangkaian Nrf24l01 Tx	26
3.7.	Rangkaian Nrf24l01 Rx	26
3.8.	Rangkaian LCD 20 x 4	26
3.9.	Rangkaian <i>Buzzer</i>	27
3.10.	Rangkaian <i>Traffic Light</i>	27

3.11. Rangkaian Keseluruhan <i>Tranceiver</i>	28
3.12. Rangkaian Keseluruhan <i>Receiver</i>	28
3.13. Flowchart	29
4.1. Miniatur Palang Pintu Kereta api Otomatis	31
4.2. Tampak Kiri	31
4.3. Tampak Kanan	31
4.4. Perangkat Keras Nrf24l01 Tx	32
4.5. Perangkat Keras Nrf24l01 Rx	32
4.6. Pengujian sensor Proximity secara manual	33
4.7. Pengujian Ketelitian Sudut Motor Servo secara manual	35
4.8. Tampilan LCD	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
1.1.	Jumlah Penumpang Tahun 2015-2019	1
2.1.	Fitur-Fitur Modul Arduino	6
2.2.	Spesifikasi Motor Servo Standar dan Kontiniu	12
2.3.	Konfigurasi Kaki Pin LCD 20 x 4	15
2.4.	Pin Kaki dan Fungsi Pada Modul Nrf24l01	17
4.1.	Pengujian Sensor Proximity Menggunakan Mistar	33
4.2.	Pengujian Ketelitian Sudut Motor Servo	35
4.3.	Pengujian <i>RTC</i> dengan Waktu Sebenarnya	36
4.4.	Status Sensor Vibrasi	37
4.5.	Data <i>Traffic Light</i>	38
4.6.	Data <i>Buzzer</i>	39
4.7.	Informasi Tampilan LCD	40
4.8.	Hasil Uji Secara Keseluruhan	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kereta api merupakan salah satu jenis transportasi yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia untuk melaksanakan beberapa kegiatan. Baik untuk berangkat kerja, jalan-jalan, hingga pulang kampung (mudik). Data yang dihimpun dari Badan Pusat Statistik (BPS, Januari 18, 2021) bahwa alat angkut penumpang kereta api terus mengalami peningkatan dari tahun ketahunnya. Peningkatan jumlah penumpang dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut :

Tabel 1.1 Jumlah Penumpang Tahun 2015-2019

Tahun	Jumlah Penumpang (Jiwa)
2015	326215
2016	351811
2017	393268
2018	422129
2019	433306

Sumber : (Badan Pusat Statistik, Januari 18, 2021)

Kereta api merupakan perkembangan teknologi di bidang transportasi yang dapat mengangkut manusia dan barang dalam jumlah banyak. Perkembangan teknologi ini sesuai dengan yang tertulis di dalam Alquran Surah Yasin ayat 41 – 42 yang berbunyi :

وَأَيُّ لَّهُمْ أَنَّا حَمَلْنَا ذُرِّيَّتَهُمْ فِي الْفُلِكِ الْمَشْحُونِ ﴿٤١﴾ وَخَلَقْنَا لَهُمْ مِنْ مِثْلِهِ مَا يَرْكَبُونَ ﴿٤٢﴾

Artinya : Dan Suatu tanda (kebesaran Allah) bagi mereka adalah bahwa kami angkut keturunan mereka dalam kapal yang penuh muatan (41), dan kami ciptakan (juga) untuk mereka (angkutan lain) seperti apa mereka kenderai (42).

Ayat Alquran Surah Yasin ayat 41-42 menjelaskan tentang alat angkut pada zaman dulu yaitu berupa bahtera kapal yang dapat mengangkut banyak muatan seperti manusia, hewan, serta barang barang. Perkembangan teknologi

yang pesat menciptakan alat transportasi yang baru salah satunya kereta api. Kereta api dapat mengangkut muatan seperti manusia, hewan, serta barang dalam jumlah banyak sehingga fungsi kereta api sama seperti fungsi kapal yang terdapat dalam kandungan Alquran Surah Yasin ayat 41-42.

Peningkatan penumpang sebaiknya diikuti juga peningkatan keselamatan dan keamanan lintasan kereta api dan khususnya pada pintu perlintasan kereta api. Data dari Manajemen PT Kereta Api Indonesia (KAI) wilayah Sumatera Utara Divisi 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 (Manajemen PT. KAI, Januari 15 2021). 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.

Faktor palang pintu perlintasan kereta api tak dapat dikesampingkan dalam keselamatan kereta api. Palang pintu dibuat untuk mendisiplinkan para pengguna jalan agar tidak menerobos saat kereta api melintas, meskipun banyak yang tidak sabar yang ingin menerobos perlintasan jalur kereta api. Palang pintu kereta api dapat dijadikan artefak teknis yang dipandang sebagai nonmanusia untuk membantu menekan kurangnya angka kecelakaan.

Perlintasan jalur kereta api dibagi dua macam, yaitu perlintasan sebidang dan perlintasan yang tidak sebidang. Perlintasan sebidang merupakan perlintasan kereta api yang lintasannya berada satu bidang dengan jalan raya. Beberapa perlintasan sebidang memiliki pos penjagaan dan memiliki palang pintu seperti jalur perlintasan 04 (JPL-04) yang berada di jalan Sekip dan beberapa tidak memiliki pos penjagaan dan palang pintu seperti jalur perlintasan yang berada di jalan Ayahanda. Yang kedua, yaitu perlintasan tidak sebidang merupakan perlintasan jalur kereta api yang tidak berhubungan dengan jalan raya seperti jalur perlintasan kereta api Kualanamu. Perlintasan jalur kereta api yang tidak memiliki pos penjagaan dan tanpa palang pintu sering mengakibatkan kecelakaan. Tanpa adanya fasilitas yang dapat mengetahui apakah kereta api sedang melintas pada jalur perlintasan tersebut.

Beberapa penelitian yang diperoleh dari sumber – sumber penelitian jurnal terkait dengan sistem palang pintu perlintasan kereta api otomatis seperti : Oktareza (2015), Kusriyanto (2017), Pangestu (2017), dan Febriyanto (2018). Penelitian yang telah dilakukan oleh Oktareza untuk dapat mendeteksi kereta api menggunakan sensor proximity dan menghitung kecepatan kereta api dengan labview dengan metode *research and development* dan hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh pada inframerah dalam mendeteksi kereta api serta memiliki kelemahan hanya menggunakan satu buah indikator berupa sensor *proximity* (Oktareza, 2015).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Kusriyanto untuk dapat mengetahui kedatangan kereta api dengan menggunakan sensor getar SW-40 yang mendeteksi getaran dihasilkan oleh kereta api dan menggunakan modul Transceiver nRF 24101 yang dapat mendeteksi jarak kereta api melalui jaringan dilakukan dengan metode *research and development* dan hasil penelitian semakin jauh posisi antara nrf24101 tx dan nrf24101 rx maka semakin besar delay yang dihasilkan serta memiliki kelemahan yaitu belum ada waktu untuk menentukan keberangkatan kereta api (Kusriyanto, 2017).

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Pangestu untuk dapat mendeteksi kereta api dengan menggunakan IR untuk melihat kecepatan dari palang pintu kereta api dengan metode *fuzzy sugeno* dan hasil penelitian berupa pengamatan waktu dalam mengukur kecepatan lambat, sedang, dan cepat palang pintu kereta api dan memiliki kelemahan yaitu tidak ada indikator pendukung lain seperti getaran dan waktu (Pangestu, 2017).

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Febriyanto untuk mendeteksi kereta api menggunakan sensor inframerah sebagai pendeteksi keberadaan kereta api dan memberikan tanda melalui buzzer dengan metode *research and development* dengan hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh dalam penggunaan sensor inframerah dalam mendeteksi halangan serta terdapat kelemahan yaitu hanya menggunakan satu buah indikator berupa sensor inframerah (Febriyanto, 2018).

Pada tugas akhir ini, penulis ingin membuat suatu rancangan yaitu “Sistem Pengaturan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Terintegrasi Sensor *Proximity* dan Sensor Vibrasi Berdasarkan *Real Time Clock (RTC)*”. Penulis ingin melengkapi kekurangan pada penelitian terdahulu dengan berfokus pada indikator yang dapat mendeteksi kedatangan kereta api. Sehingga penulis menggunakan sensor proximity yang berfungsi untuk mendeteksi posisi keberadaan kereta api, sensor vibrasi yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kereta api dengan pedoman semakin kuat getaran yang dihasilkan maka dipastikan semakin dekat posisi kereta api, dan menggunakan *RTC* yang berfungsi sebagai waktu serta menggunakan nrf24l01 yang digunakan untuk pembacaan data secara wireless. Buzzer difungsikan untuk memberikan bunyi alarm saat palang pintu terbuka atau tertutup. Dengan menggunakan tiga indikator (sensor *proximity*, sensor vibrasi, *real time clock*), maka sudah dapat dipastikan posisi keberadaan kereta api.

Penulis berharap penelitian ini dapat membantu dan mempermudah pengoperasian palang pintu kereta api secara otomatis, sehingga tercipta suatu alat yang akurat dalam mendeteksi keberadaan posisi kereta api.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang diajukan adalah:

1. Bagaimana pembuatan sistem pengaturan palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi sensor *proximity* dan sensor vibrasi berdasarkan *RTC*?
2. Bagaimana pembuatan sebuah program yang dapat menampilkan hasil monitoring tanda kereta api akan melintas?
3. Bagaimana kerja sistem palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi sensor *proximity* dan sensor vibrasi berdasarkan *RTC*?
4. Bagaimanakah sistem kerja dari nrf24l01 dalam pembacaan data secara wireless pada sensor *proximity* dan sensor vibrasi berdasarkan *RTC*?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Sensor yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sensor *proximity* sebagai pendeteksi jarak, sensor vibrasi sebagai pendeteksi getaran dan sensor RTC untuk menunjukkan waktu serta NRF24L01 digunakan untuk pembacaan data secara *wireless*.
2. Alat ini sebagai palang pintu perlintasan kereta api secara otomatis.
3. Menggunakan Mikrokontroler Atmega328 sebagai pemroses data sensor.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan sistem monitoring untuk palang pintu perlintasan kereta api secara otomatis.
2. Untuk mengetahui keefektifan nrf24l01 dalam memberikan data secara wireless kepada indikator yang digunakan (sensor *proximity*, sensor vibrasi, RTC).
3. Untuk mengetahui keefektifan mikrokontroler atmega 328 dalam memproses seluruh data berupa input dan output.
4. Mengetahui kerja palang pintu perlintasan kereta api otomatis dengan menggunakan tiga indikator (sensor *proximity*, sensor vibrasi, dan RTC).

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang diharapkan oleh penulis yakni dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

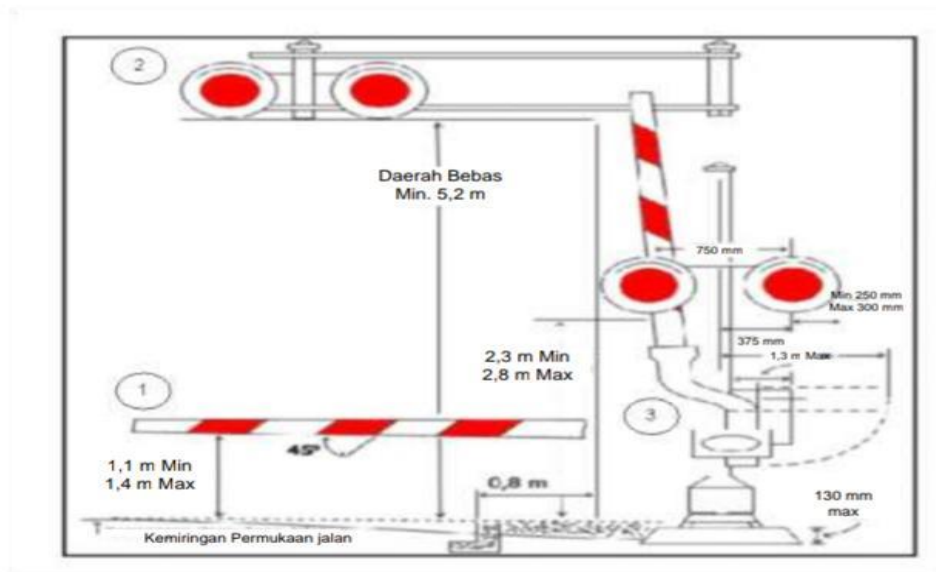
1. Manfaat Teoritis, yaitu sebagai referensi bagi mahasiswa lain yang akan melakukan penelitian dalam rangka pengembangan disiplin ilmu pengukuran dan mikrokontroler.
2. Manfaat Praktis, yaitu dapat berguna bagi masyarakat sebagai fasilitas untuk mendisiplinkan masyarakat dan mengurangi resiko kecelakaan pada jalur perlintasan kereta api.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Palang Pintu Perlintasan Kereta Api

Palang pintu perlintasan kereta api merupakan pengaman tambahan yang digunakan untuk menutup atau menghalangi lintasan kereta api (Firdaus, 2016). Aturan desain pintu perlintasan kereta api dapat ditunjukkan pada gambar 2.1 :



Gambar 2.1. Aturan Desain Pintu Perlintasan Kereta

Sumber 2.1. (SK Dirjen Perhubungan Darat No.SK.770/KA.401/DRJD/2005)

Keterangan :

1. Pintu dengan persyaratan kuat dan ringan, anti karat serta mudah dilihat.
2. Isyarat lampu satu warna, terdiri dari satu lampu yang menyala berkedip.
3. Pengerak palang pintu dioperasikan secara manual oleh petugas jaga lintasan.

2.2. Miniatur Palang Pintu Perlintasan Kereta Api

Miniatur merupakan tiruan sesuatu dalam skala yang diperkecil menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Pembuatan miniatur palang pintu kereta api digerakkan menggunakan motor servo DC yang telah diprogram (Firdaus, 2016).

2.3. Mikrokontroller

Mikrokontroller merupakan sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung didalam sebuah chip. "Mikrokontroller berbanding terbalik dengan mikroprosesor yang digunakan pada sebuah PC, karena sebuah mikrokontroller umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan pemrograman input-output" (Setiawan, 2018).

2.3.1. Mikrokontroller Atmega 328

Arduino merupakan modul yang menggunakan mikrokontroller atmega 328 yang dapat membuat sistem rangkaian prototipe yang handal dan cepat. Modul dan sensor dapat dipasang pada board arduino ini dan dilengkapi dengan berbagai kode demo yang memuaskan (Fatoni, 2015).

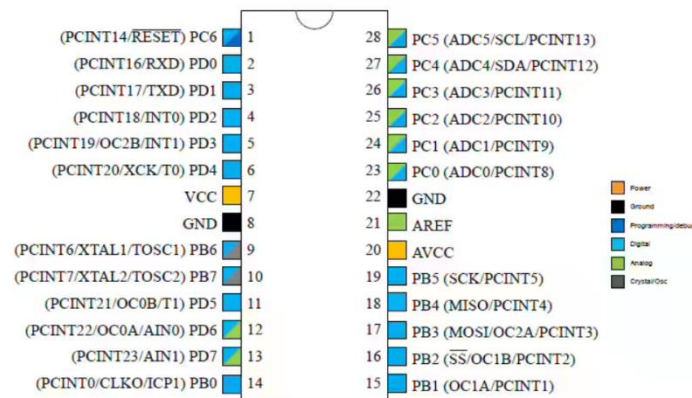
Modul arduino dengan atmega 328 sebagai mikrokontrollernya memiliki beberapa board yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan, serta dilengkapi dengan konektor USB untuk memungkinkan pemrograman prosesor dari PC (Fatoni, 2015). Beberapa fitur-fitur yang terdapat pada mikrokontroller arduino dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1. Fitur-Fitur Modul Arduino

Mikrokontroller	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

2.3.2. Konfigurasi Pin ATmega 328

Bentuk konfigurasi pin mikrokontroler atmega 328 dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2. Konfigurasi Pin Atmega 328
Sumber 2.2 (Elektronika Komputer, Januari 20, 2021)

Adapun penjelasan pin – pin yang terdapat pada atmega 328 dapat dilihat dibawah ini (Setyani, 2016) :

- Vcc berfungsi sebagai supply tegangan digital yang nantinya akan dihubungkan dengan tegangan 5 volt. Vcc terletak pada pin 7.
- Gnd (ground) berfungsi sebagai keluaran yang biasanya bernilai negatif. Terletak pada pin 8.
- Port B berfungsi sebagai tempat kaki penghubung untuk data input atau output. Terletak pada kaki pin B0 sampai B7.
- Port C merupakan sebuah 7 – bit bi-directional I/O yang masing – masing terdapat pull – up resistor. Terletak pada kaki C0 sampai C6.
- Pc 6 / reset berfungsi sebagai pin I/O fuse program. Jika tidak maka akan berfungsi sebagai input reset.
- Pord D merupakan 8 bit I/O dengan internall pull - up resistor dan berfungsi sebagai input dan output.
- AVCC berfungsi sebagai supply tegangan ADC. Pin ini dihubungkan untuk analog saja dan harus terpisah dengan tegangan vcc. Cara menghubungannya harus melewati low - pass filter setelah itu dihubungkan dengan vcc.
- AREF merupakan pin referensi analog jika menggunakan ADC.

- i. TQFP dan QFN/MLF berfungsi sebagai input analog ke ADC.

2.4. Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* atau dalam bahasa inggrisnya disebut *Proximity Switch* merupakan salah satu jenis sensor yang berkerja berdasarkan jarak objek terhadap sensor ataupun berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan objek dalam jarak dekat. Sensor *Proximity* dapat mengukur jarak objek dari ukuran 1 mm sampai beberapa cm saja berdasarkan tipe atau jenis dari sensor tersebut, dan juga sensor *proximity* memiliki tegangan kerja mulai dari 10 sampai 30 V/dc dan ada yang juga memiliki tegangan antara 100-200 V/ac (Setiawan, 2018).

Sensor *Proximity* memiliki dua jenis variasi, yaitu *Proximity Inductive* yang berfungsi untuk mendeteksi sesuatu objek yang berasal dari bahan besi ataupun metal. Ketika objek terhalang oleh benda yang berbahan non-metal sensor akan tetap mendeteksi selama masih dalam jarak nilai normal atau dalam jangkauannya. Yang kedua *Proximity Capacitive* yang berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi semua objek yang terbuat dari bahan metal ataupun bahan non metal (Setiawan, 2018).

Sensor *proximity* dapat mendeteksi target metal yang mendekat ke sensor tanpa adanya sentuhan fisik. "Ketika target mendekat ke magnet, arus induksi mengalir pada target karena induksi elektromagnetik tersebut. Semakin target dengan sensor maka arus induksi semakin besar dan mengakibatkan beban pada rangkaian osilasi meningkat. Sensor mendeteksi adanya perubahan amplitudo osilasi pada serangkaian dan menghasilkan ouput sinyal deteksi" (Agustya, 2020).

Sistem kerja dari sensor *proximity* yaitu mendeteksi sesuatu objek yang terhalang ketika melintasi atau melewati sensor *proximity*. Pada penelitian ini, kereta api merupakan sebagai ojek yang dideteksi oleh sensor *proximity*.



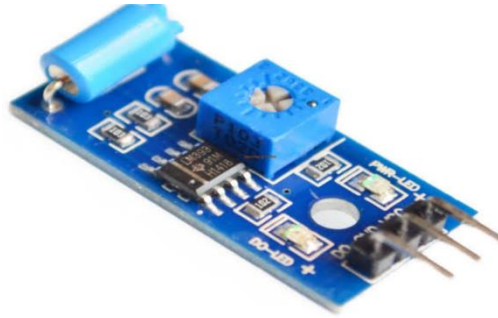
Gambar 2.3. Sensor Proximity
Sumber 2.3. (AlieExpress, Januari 20, 2021)

2.5. 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 megubahnya menjadi besaran listrik (Purnamasari, 2017).

Modul sensor vibrasi akan menghasilkan keluaran logika high pada saat mendeteksi getaran. Sensor vibrasi bereaksi terhadap beberapa getaran dari berbagai sudut. "Pada kondisi statis atau diam (tanpa getaran) sensor ini akan berfungsi sebagai saklar yang berada pada posisi menutup dan bersifat konduktif. Sebaliknya pada posisi terguncang atau mendeteksi getaran, saklar akan membuka atau menutup dengan kecepatan pengalihan proporsional dengan kekerapan guncangan. Pengalihan guncangan ini mirip dengan sistem kerja dari *PWM (Pulse Width Modulation)* yang merupakan sinyal pseduo analog berupa tingkat tegangan yang kemudian dibandingkan dengan sirkuit terpadu dengan besar nilai ambang batas dengan pembanding diatur oleh sebuah resistor eksternal. Dengan demikian tingkat sensitivitasnya dapat diatur atau dikalibrasi dengan potensiometer yang terpasang pada sensor vibrasi" (Alam, 2020).

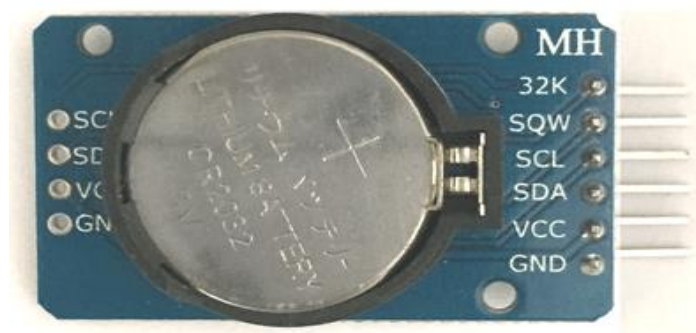
Sensor vibrasi memiliki ukuran kurang lebih 32x14 mm dapat dioperasikan pada rentang catu daya 3,3 volt hingga 5 volt. Pada bagian tengah terdapat lubang untuk memasang sekrup berdiameter 3,1 mm. Sensor vibrasi dapat diaplikasikan pada system keamanan, pendeteksi gempa, analisis konstruksi berdasarkan vibrasi dan lain sebagainya (Alam, dkk, 2020).



Gambar 2.4. Sensor Vibrasi
Sumber 2.4. (Teknik Elektro, Januari 20, 2021)

2.6. *Real Time Clock (RTC)*

RTC adalah chip yang memiliki konsumsi daya yang sangat rendah. Chip tersebut memiliki kode binary, jam atau kalender, 56 byte NVSRAM dan komunikasi antarmuka menggunakan 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 celcius, tersedia dalam bentuk 8 pin DIP atau SOIC. Adapun bentuk fisik dari *RTC* adalah dapat dilihat dari gambar 2.6 dibawah ini (Marinus, 2020).



Gambar 2.5. *Real Time Clock (RTC)*
Sumber 2.5. (Rezarduino, Januari 20, 2021)

2.7. Motor Servo

Motor servo merupakan motor yang dapat berjalan dengan beberapa hitungan derajat. Motor servo berkerja dengan cara *feedback* atau umpan balik yang berarti posisi rotornya akan diinformasikan kembali kerangkaian control yang terdapat didalam motor servo.

Motor servo terdiri dari sebuah motor dc, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi sebagai pembaca sudut digital encoder dari putaran servo yang dilakukan. Berbeda dengan motor stepper, motor servo beroperasi secara close loop. Poros motor dihubungkan dengan rangkaian kendali sehingga jika putaran poros belum sampai pada posisi yang sudah di program maka rangkaian kendali akan terus mengoreksi posisi putaran hingga sampai pada posisi yang di program (Setiawan, dkk, 2014).

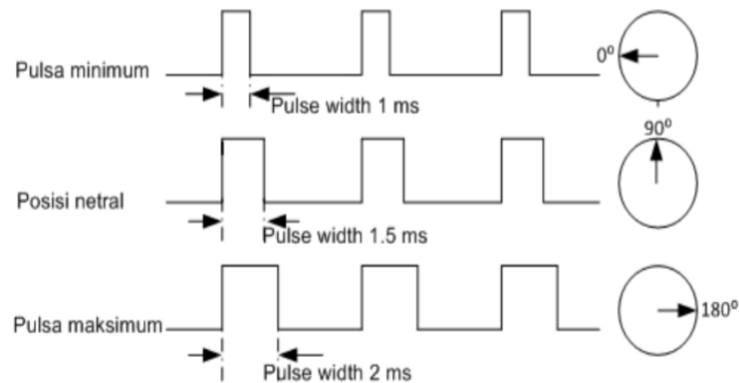
Motor servo merupakan motor yang diatur serta dikontrol menggunakan pulsa. Motor servo terdiri dari 2 jenis yaitu motor servo standar dan motor servo kontiniu. Motor servo standar hanya mampu bergerak dua arah serta memiliki dengan defleksi sudut dari kanan menuju tengah lalu menuju kiri adalah 180^0 . Sedangkan motor servo kontiniu merupakan servo yang bagian *feedback* nya dilepas sehingga motor servo kontiniu mampu bergerak dua arah tanpa batasan defleksi sudut putar hingga mencapai sudut 360^0 . Spesifikasi perbedaan antara motor servo standar dan motor servo kontiniu dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini (Setiawan, dkk, 2014).

Tabel 2.2. Spesifikasi Motor Servo Standar Dan kontiniu

Motor Servo Standar	Motor Servo Kontiniu
Menahan posisi antara 0^0 dan 180^0	Rotasi kontiniu 2 arah sampai 360^0
Catu daya 6 VDC (maksimum)	Catu daya 6 VDC (maksimum)
Torsi 3,40 kg-cm	Torsi 3,40 kg-cm
Dikendalikan melalui pulse-width modulation	Dikendalikan melalui pulse-width modulation
Berat 44 gram	Berat 42,5 gram
Menerima 4 sekrup pemasangan	Menerima 4 sekrup pemasangan
Diproduksi untuk parallax secara eksklusif oleh futaba	Diproduksi untuk parallax secara eksklusif oleh futaba

Pengendalian ketelitian sudut motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM)*. *PWM* atau pulsa motor servo merupakan salah satu teknik pemodulasian sinyal yang dimana duty cycle pulsa dapat diubah-ubah (Arya Dian dan Aulia, 2020).

Motor servo akan berkerja dengan baik apabila bagian pin kontrolnya diberikan *PWM* dengan frekuensi 50 Hz. Dimana pada saat sinyal dengan dengan frekuensi 50 Hz tercapai pada kondisi ton duty cycle 1,5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat ditengah-tengah (sudut 0°). Adapun contoh pulsa pada motor servo dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Randi Yusuf dkk, 2015).



Gambar 2.6. Pulsa Motor Servo

Sumber.(Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan, Januari 20, 2021)

Motor servo memiliki bentuk fisik yang dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7. Motor servo

Sumber 2.7. (Components101, Januari 20, 2021)

2.8. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan suatu tampilan dari bahan kristal yang pengoperasiannya menggunakan system dot matriks. LCD digunakan untuk menampilkan informasi yang telah diprogram seperti kalkulator, jam digital, dan informasi lainnya. Salah satu jenis tipe LCD yaitu LCD 20x4. Pada LCD 20x4 terdapat tambahan chip modul 12C untuk mempermudah pemograman dalam mengakses LCD tersebut. Sebab dalam penggunaan modul 12C akan menghemat pin arduino yang akan digunakan pada rangkaian. Contohnya dengan menggunakan modul 12C maka hanya diperlukan 4 buah pin arduino yaitu pin SCL, pin SDA, pin VCC, dan pin GND.

a. Memori LCD 20x4

Dalam sebuah modul LCD (*Liquid Crystal display*) terdapat beberapa bagian komponen mikrokontroler didalamnya yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter yang ada didalam LCD. Memori yang digunakan pada mikrokontroler internal LCD adalah :

1. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat menyimpan dan memproses karakter yang akan ditampilkan.
2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter yang dibentuk dapat diubah-ubah sesuai keinginan.
3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter yang telah dirancang secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD. Sehingga pengguna hanya dapat mengambil saja sesuai alamat memori dan tidak dapat mengubah karakter yang terdapat pada CGROM.

b. Register pada LCD 20x4

Ada dua cara dalam melakukan register dalam melakukan tugas kontrolnya sebagai pembentuk karakter yaitu :

1. Register perintah merupakan register yang berisi perintah dari mikrokontroler ke LCD pada penulisan data.

2. Register data merupakan register untuk menuliskan data menuju DDRAM tentunya dengan alamat yang telah diatur sesuai yang diprogram.

c. Konfigurasi Pin LCD 20x4

Konfigurasi pin kaki-kaki pada LCD dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel 2.3. Konfigurasi Kaki Pin LCD 20x4

Pin Nomor	Simbol	Keterangan
1	GND	Ground
2	VCC	Supply Voltage + 5V
3	V0	Contrast Adjustment
4	RS	0 - > Control Input, 1 - > Data Input
5	R/W	Read/Write
6	E	Enable
7 To 14	D0 to D7	Data
15	VB1	Backlight + 5V
16	VB0	Backlight Ground

Adapun bentuk fisik modul dari LCD 20x4 dapat dilihat dari gambar 2.8 dibawah ini :



Gambar 2.8. LCD 20x4

Sumber 2.8. (Elektrologi, Januari 20, 2021)

2.9. Adaptor / Power Supply

Adaptor merupakan suatu alat elektronik yang dapat mengubah tegangan listrik (AC) yang tinggi jadi tegangan rendah (DC), tetapi ada jenis adaptor yang

dapat mengubah tegangan rendah menjadi tegangan tinggi. Jenis-jenis adaptor antara lain (Setyani, 2016) :

- j. Adaptor DC Converter merupakan adaptor yang dapat mengubah tegangan DC yang besar menjadi rendah DC. Contohnya dari 12 V menjadi 5V.
- k. Adaptor Step Up dan Step Down adalah adaptor yang dapat mengubah tegangan tinggi AC menjadi tegangan rendah AC. Contohnya 220V menjadi 110 V.
- l. Adaptor Power Supply adalah adaptor yang dapat mengubah tegangan AC yang tinggi menjadi tegangan rendah DC. Contoh dari 220V AC menjadi 5V DC, 12V DC.

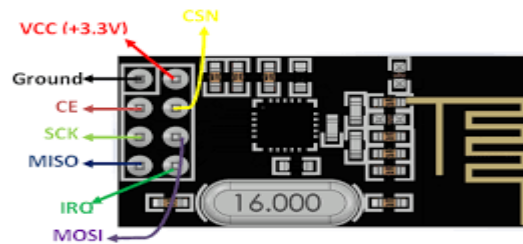


Gambar 2.9. Adaptor
Sumber 2.9. (Jakartanotebook, Januari 20, 2021)

2.10. NRF24L01

NRF24L01 adalah sebuah modul komunikasi 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 bursttm hardware*

protocol accelerator serta memiliki true ULP solution yang memungkinkan daya tahan baterai berbulan-bulan hingga bertahun-tahun (Septiano, 2020).



Gambar 2.10. NRF24L01
Sumber 2.10. (Components101, Januari 20, 2021)

Cara kerja dari nrf24l01 ini yaitu modul yang bersifat *transceiver* akan berkerja sebagai pengirim perintah yang telah di program, lalu mengirimkan perintah tersebut kepada modul yang bersifat *receiver* atau penerima perintah dan akan memunculkan perintah pada layar monitor. Sistem kerja yang dilakukan antara transceiver dan receiver dilakukan tanpa kabel atau *wireless*. Nrf24l01 mampu menggunakan 125 saluran yang berbeda dan bisa menciptakan 125 network pada suatu area. Setiap area saluran bisa memiliki sampai dengan 6 alamat atau mampu melakukan komunikasi dengan 6 modul lain dalam waktu yang bersamaan (Septiano, 2020).

Modul nrf24l01 memiliki beberapa pin seperti VCC, GND, CSN, CE, MOSI, MISO, dan IRQ. Adapun bentuk fisik modul nrf24l01 dan fungsi dari tiap pin kaki yang terdapat pada modul nrf24l01 dapat dilihat pada Tabel 2.4 dibawah ini :

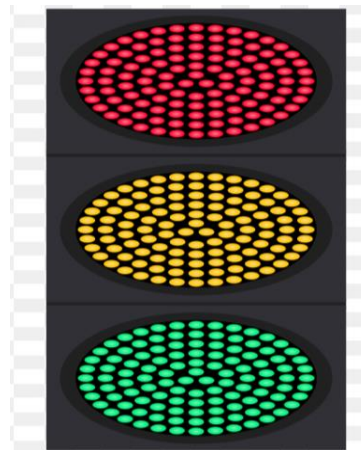
Tabel 2.4. Pin Kaki Dan Fungsi Pada Modul Nrf24l01

Pin Kaki	Keterangan	Fungsi
VCC	Pin Power	Input Tegangan Sebesar 3,3 V
GND	Ground	Menghubungkan modul ke ground pada rangkaian
CSN	Chip Select Not	Mengaktifkan Input High Atau Mematikan SPI pada keadaan selain High

CE	Chip Enable	Mengaktifkan Komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface)
SCK	Serial Clock	Memasukkan Input Clock Pada Komunikasi SPI

2.11. *Traffic Light*

Traffic light atau yang disebut dengan lampu lalu lintas digunakan sebagai penanda atau rambu. Pada jalan raya, *traffic light* terdiri dari led berwarna merah yang menandakan pengguna jalan untuk berhenti, kuning yang menandakan hati-hati, sedangkan hijau menandakan untuk jalan. Pada lintasan kereta api, *traffic light* yang sering digunakan berwarna kuning (Fibriliyanti, 2017). Adapun bentuk fisik dari *traffic light* dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini :



Gambar 2.11. *Traffic Light*
Sumber 2.11. (Wikipedia, Januari 20, 2021)

2.12. *Buzzer*

Buzzer atau yang biasa disebut dengan alarm merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi sebagai penanda sesuatu keadaan dengan cara menghasilkan suara. *Buzzer* pada umumnya memiliki bentuk seperti tabung silinder dengan sebuah lubang di atasnya dan dua buah pin kaki dibagian bawahnya. Cara kerja dari buzzer ini sangat sederhana, dikarenakan ketika *buzzer* diberikan tegangan rendah maka *buzzer* akan berbunyi. Berbeda dengan loudspeaker yang harus diberikan tegangan tertentu agar bisa menghasilkan suara (Fatoni, 2015). Adapun bentuk fisik dari *buzzer* dapat dilihat pada gambar 2.12 dibawah ini :



Gambar 2.12. *Buzzer*
Sumber 2.12. (Ecadio, Januari 20, 2021)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu yang dilakukan pada penelitian “Sistem Pengaturan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Terintegrasi Sensor *Proximity* dan Sensor Vibrasi Berdasarkan *Real Time Clock (RTC)*” dilakukan pada tempat dan waktu pada sub-bab dibawah ini.

3.1.1. Tempat Penelitian

Perancangan dan pembuatan alat serta pengambilan data akan dilaksanakan di Laboratorium Robotik Fakultas Sains Dan Teknologi (FST) Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

3.1.2 Waktu Penelitian

Sistem Pengaturan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Terintegrasi Sensor *Proximity* dan Sensor Vibrasi Berdasarkan *Real Time Clock (RTC)* akan dilaksanakan pada bulan Desember 2020 hingga Januari 2021.

3.2 Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian untuk mendukung pengumpulan dan penyelesaian penelitian ini adalah:

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Personal Computer (PC) digunakan untuk membuat program dan mentransmisikannya ke mikrokontroler dan hal-hal yang berhubungan dengan software.
2. Solder listrik untuk melelehkan timah agar komponen elektronika dapat melekat
3. Timah untuk merekatkan komponen elektronika yang akan dihubungkan.
4. *Power supply*/adaptor sebagai sumber tegangan untuk menjalankan alat.
5. Multimeter untuk mengukur arus (A), resistansi (R), tegangan AC dan DC serta untuk mengecek komponen-komponen elektronika pada rangkaian alat.

6. Bor listrik untuk membuat lubang suatu permukaan.

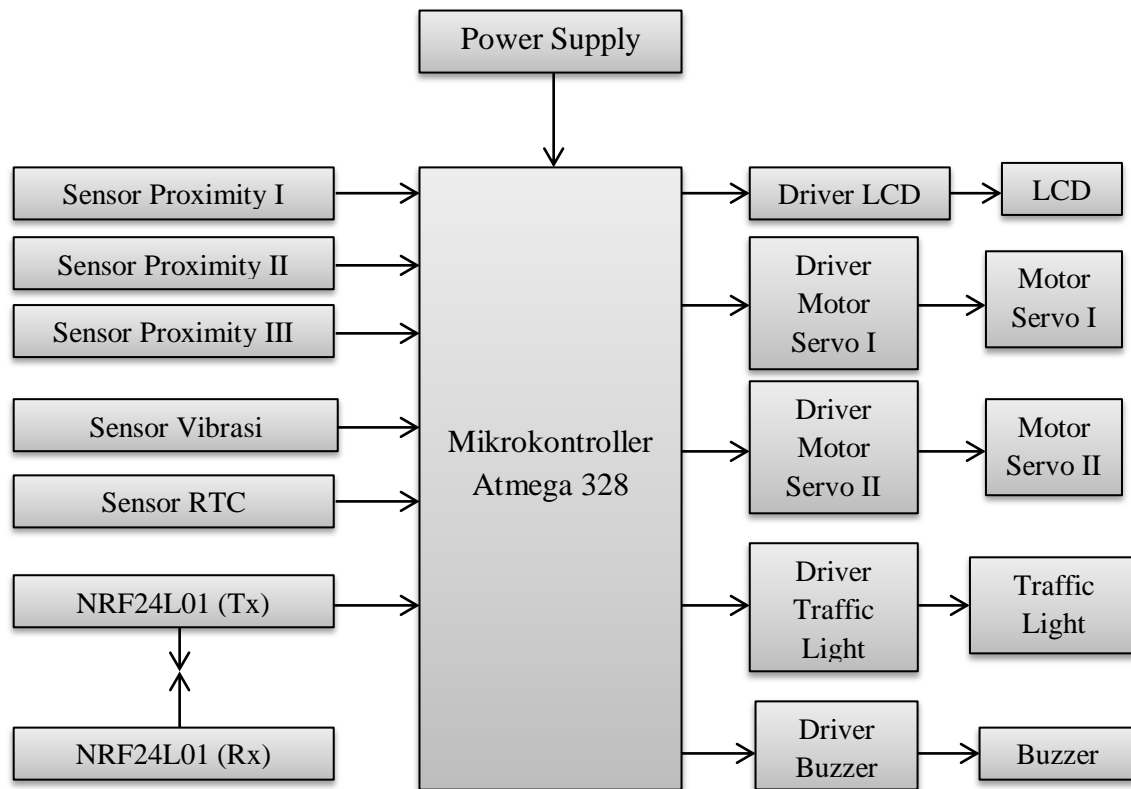
3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler Atmega328 sebagai prosesor utama pada rangkaian alat yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data berupa input atau output.
2. *Liquid Crystal Display (LCD)* digunakan untuk menampilkan informasi kedatangan kereta api, serta menampilkan waktu.
3. Sensor *Proximity* digunakan untuk mendeteksi 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. Miniatur kereta api mainan sebagai simulasi kereta api yang digunakan pada alat palang pintu kereta api otomatis.
7. *Buzzer* sebagai alarm yang difungsikan untuk memberikan tanda kedatangan kereta api melalui bunyi. Bunyi dengan delay menandakan kereta api sebentar lagi akan melintas, dan bunyi tanpa delay menandakan kereta api melintas.
8. *Traffic light* sebagai pemberi tanda melalui warna led dan difungsikan untuk memberi tanda kepada pengguna jalan. Merah untuk berhenti, kuning hati-hati, dan hijau untuk jalan.

3.3. Prosedur Penelitian

Untuk merealisasikan prototipe Sistem Palang Pintu Kereta Api Terintegrasi Sensor *proximity* dan Sensor Vibrasi berdasarkan *Real Time Clock* perlu beberapa tahapan hingga alat selesai. Pembuatan alat ini disajikan dalam diagram alir dibawah ini. Pembuatan alat ini melalui dua tahapan, yaitu hardware dan software.



Gambar 3.1 Diagram Blok

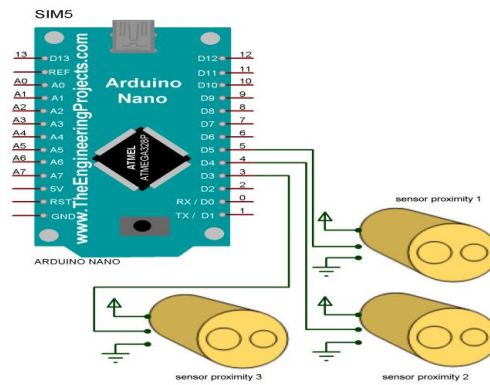
Adapun fitur-fitur dan penjelasan dari diagram blok 3.1 adalah :

1. *Power supply* berfungsi sebagai sumber tegangan untuk menjalankan 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 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 medeteksi kedatangan kereta api melalui getaran yang dihasilkan dari kereta api.

5. Sensor *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 tegangan ke *LCD*.
9. *LCD* berfungsi untuk menampilkan informasi kedatangan kereta api, serta menampilkan waktu.
10. Driver motor servo berfungsi sebagai pemberi tegangan ke 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 pemberi tegangan ke *buzzer*.
13. *Buzzer* sebagai alarm yang difungsikan untuk memberikan tanda kedatangan kereta api melalui bunyi. Bunyi dengan delay menandakan kereta api sebentar lagi akan melintas, dan bunyi tanpa delay menandakan kereta api melintas.
14. Driver *traffic light* sebagai pemberi tegangan ke *traffic light*.
15. *Traffic light* berfungsi sebagai pemberi tanda melalui warna led dan difungsikan untuk memberi tanda kepada pengguna jalan. Merah untuk berhenti, kuning hati-hati, dan hijau untuk jalan.

3.4. Rangkaian Sensor *Proximity*

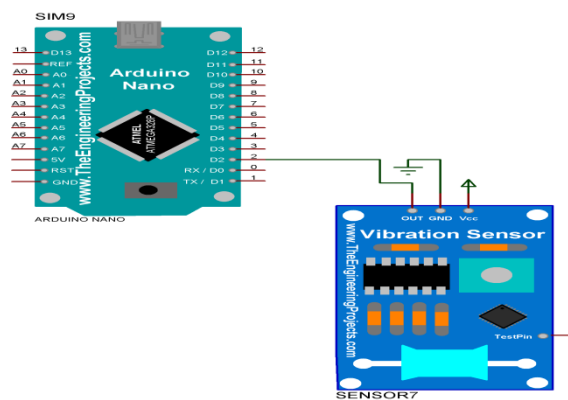
Sensor *proximity* berfungsi mendeteksi keberadaan kereta api. Pada rancangan miniatur palang pintu otomatis digunakan sebanyak tiga sensor *proximity*. Sensor *proximity* pertama dihubungkan ke kaki pin 5 pada mikrokontroler, sensor *proximity* kedua dihubungkan pada kaki pin 4, dan yang terakhir sensor *proximity* yang ketiga dihubungkan ke kaki pin 3. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1. dibawah ini.



Gambar 3.2. Rangkaian Sensor *Proximity*

3.5. Rangkaian Sensor Vibrasi

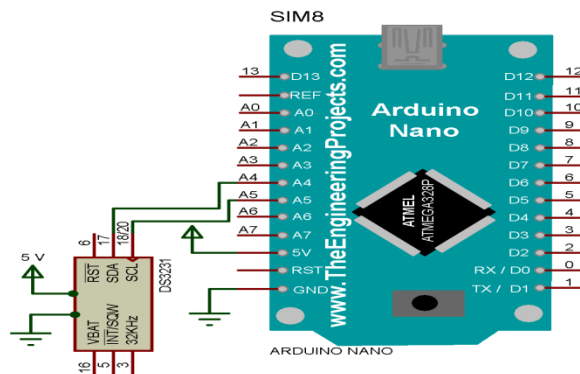
Sensor vibrasi atau sensor getar merupakan sensor yang dapat mengetahui segala sesuatu objek dengan mengukur getaran yang dihasilkan oleh objek tersebut. Pada rangkaian palang pintu kereta api otomatis, sensor vibrasi digunakan hanya satu sensor. Sensor vibrasi terhubung pada kaki pin 2 pada mikrokontroller. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.3. Rangkaian Sensor Vibrasi

3.6. Rangkaian *Real Time Clock*

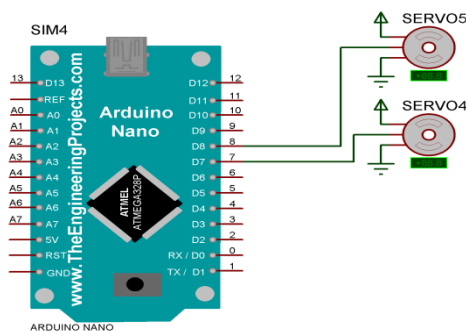
Real time clock sensor yang digunakan untuk menghitung waktu seperti detik, menit, jam, tanggal, bulan, dan tahun. Pada rangkaian palang pintu kereta api otomatis, *RTC* digunakan sebanyak 1 sensor. *RTC* terhubung pada kaki pin A5 pada mikrokontroller. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.4. Rangkaian *Real Time Clock*

3.7. Rangkaian Motor Servo

Motor servo merupakan salah satu alat elektronika yang digunakan untuk menutup, membuka suatu rangkaian alat. Arah pergerakan dari motor servo yaitu dari kanan menuju tengah dan dari kiri menuju ke tengah serta kembali ke posisi awal. Pada rangkaian alat palang pintu kereta api otomatis, motor servo berfungsi untuk membuka serta menutup palang pintu kereta api. Motor servo pada rangkaian ini digunakan sebanyak dua motor dan dihubungkan pada kaki pin 7 dan 8 pada mikrokontroller. Rangkaian motor servo dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.

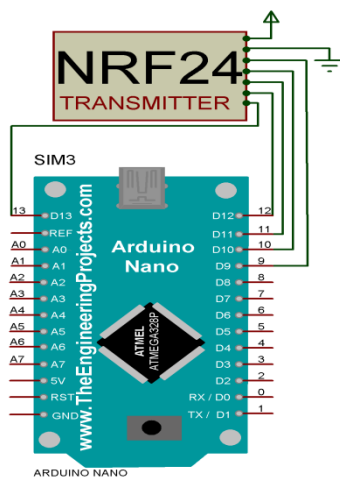


Gambar 3.5. Rangkaian Motor Servo

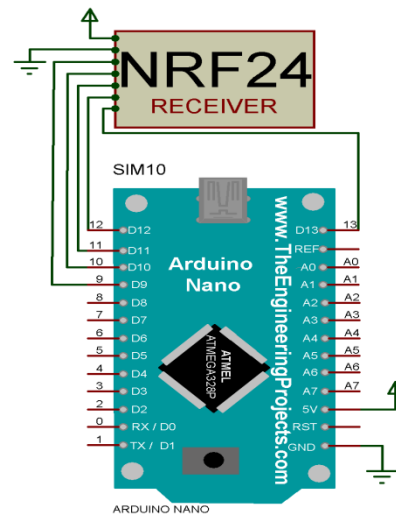
3.8. Rangkaian Nrf24101

Nrf24101 merupakan alat elektronika yang berfungsi untuk membaca program yang telah dibuat dan menjalankannya secara wireless atau tanpa kabel. Nrf24101 memiliki dua bagian, yaitu transceiver untuk mengirimkan perintah yang akan

dijalankan dan receiver untuk menerima perintah yang akan di jalankan. Pada alat palang pintu kereta api otomatis nrf24l01 yang berfungsi sebagai transceiver mengirimkan perintah dari sensor *proximity*, sensor vibrasi, *RTC*, *buzzer*, motor servo, dan *traffic light* yang telah diprogram. Nrf24l01 sebagai receiver akan menerima perintah yang dikirim oleh transceiver dan menjalankan menuju output (*LCD*) pada alat rangkaian. Rangkaian alat nrf24l01 dapat dilihat pada gambar 3.5 dan 3.6 dibawah ini.



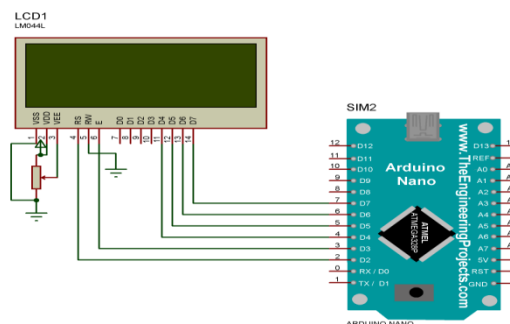
Gambar 3.6 Rangkaian Nrf24l01 Tr



Gambar 3.7. Rangkaian Nrf24l01 Rx

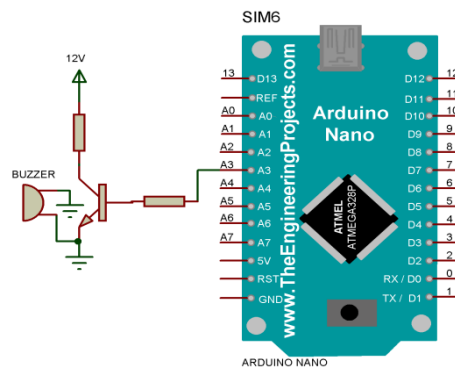
3.9. Rangkaian *LCD* 20x4

LCD merupakan alat elektronika yang berfungsi sebagai output dari rangkaian yang telah diprogram dengan cara menampilkan perintah pada sebuah layar monitor. *Lcd* pada alat palang pintu kereta api otomatis menggunakan tipe *lcd* 20x4. Rangkaian *lcd* 20x4 terhubung pada kaki pin 2,3,4,5,6,7 pada mikrokontroller. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.

Gambar 3.8. Rangkaian *LCD* 20x4

3.10. Rangkaian *Buzzer*

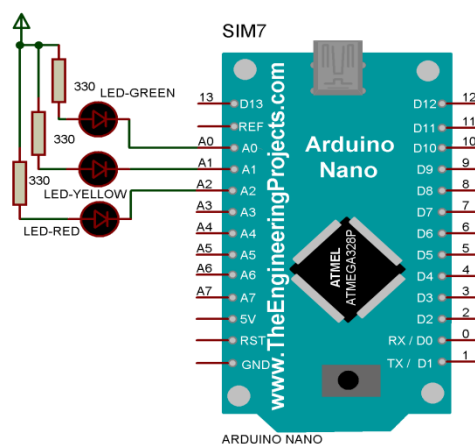
Buzzer atau alarm berupa alat elektronika yang berfungsi sebagai pemberi tanda atau sinyal dengan cara mengeluarkan bunyi. Kecepatan bunyi yang dihasilkan tergantung dari cara pemrograman yang dibuat. Pada rangkaian palang pintu kereta api otomatis, *buzzer* terhubung pada kaki pin A3 pada mikrokontroler. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.9. Rangkaian *Buzzer*

3.11. Rangkaian Traffic Light

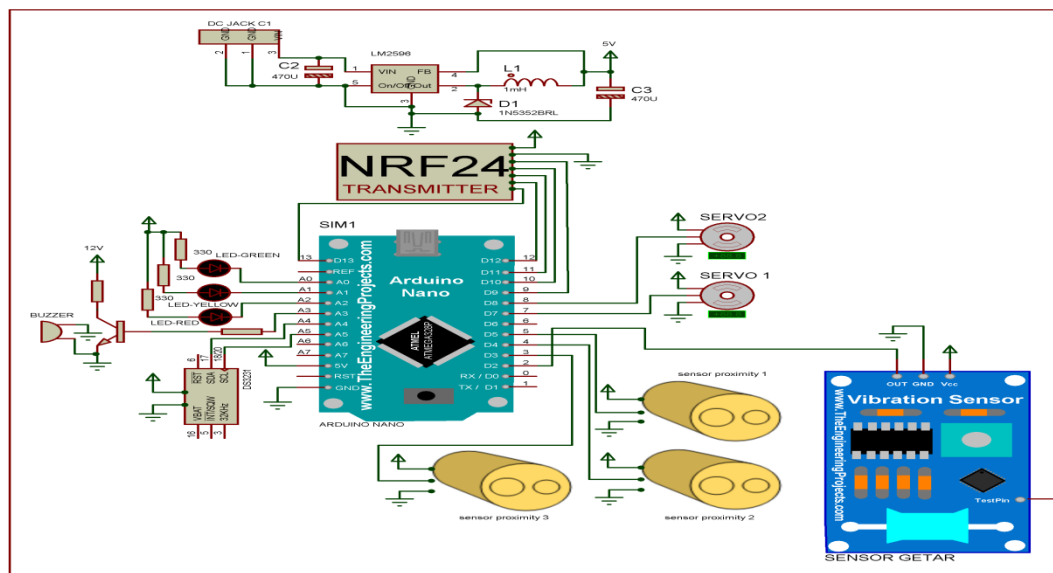
Traffic light atau lampu lalu lintas merupakan salah satu alat komponen elektronika yang digunakan untuk memberikan tanda atau informasi. Sistem kerja dari traffic light adalah memberikan tanda atau sinyal melalui cahaya led. Pada rangkaian palang pintu kereta api otomatis, traffic light memiliki 3 buah led yaitu merah untuk tanda berhenti, kuning untuk berhati-hati, dan hijau untuk jalan. Rangkaian traffic light dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini.



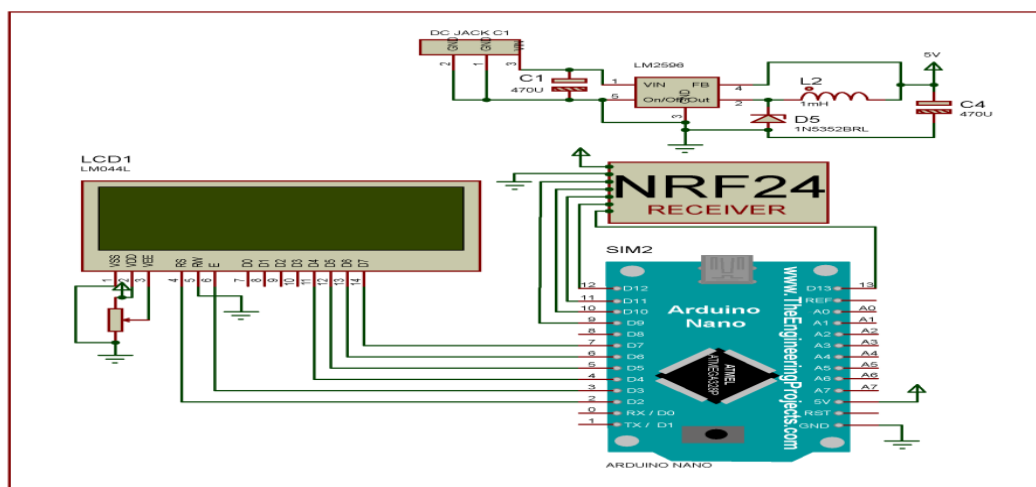
Gambar 3.10. Rangkaian Traffic Light

3.12. Rangkaian Keseluruhan Alat

Rangkaian alat pada penelitian sistem palang pintu perlintasan kereta api otomatis dengan sensor proximity dan sensor vibrasi berdasarkan real time clock (RTC) menggunakan 2 mikrokontroller. Mikrokontroller pertama untuk merangkai alat pada nrf24101 yang berperan sebagai transceiver untuk mengirim perintah program yang terdiri dari arduino nano, sensor proximity, sensor vibrasi, RTC, buzzer, motor servo, dan traffic light. Mikrokontroller yang kedua untuk merangkai alat pada nrf24101 yang berperan sebagai receiver untuk menerima perintah program yang telah dikirim oleh transceiver. Nrf24101 sebagai receiver terdiri dari arduino nano, dan lcd untuk menampilkan perintah yang telah diterima. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.10 dan 3.11 dibawah ini.

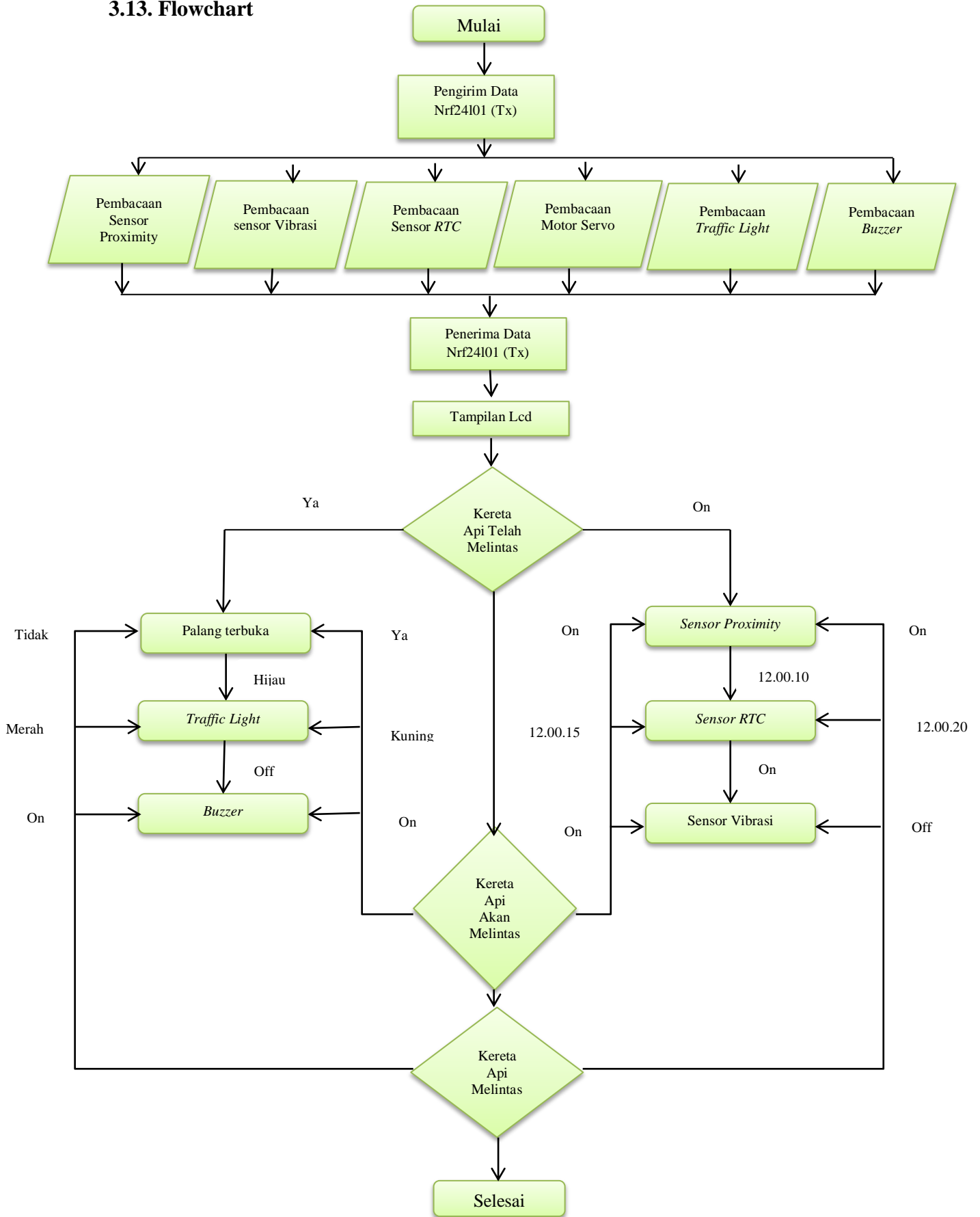


Gambar 3.11. Rangkaian Keseluruhan Transceiver



Gambar 3.12. Rangkaian Keseluruhan Receiver

3.13. Flowchart



Berdasarkan flowchart diatas sistem kerja dari sistem palang pintu perlintasan kereta api otomatis sebagai berikut : dimulai dari nrf24101 sebagai pengirim data akan membaca semua perintah yaitu perintah pembacaan sensor *proximity*, pembacaan sensor vibrasi, pembacaan *RTC*, pembacaan motor servo, pembacaan *traffic light*, dan pembacaan *buzzer*. Kemudian akan diterima oleh nrf24101 sebagai penerima perintah. Setelah itu akan ditampilkan pada layar *LCD*. Ketika kereta api telah melintasi palang pintu maka motor servo akan terbuka, *traffic light* menampilkan led berwarna hijau, *buzzer* off, sensor *proximity* on, sensor vibrasi off, dan *RTC* menunjukkan waktu 12.00.10. ketika kereta api akan melintas maka motor servo terbuka, *traffic light* berwarna kuning, *buzzer* on dengan delay, sensor *proximity* on, sensor vibrasi on, *RTC* menunjukkan 12.00.15. Ketika kereta api melintasi palang pintu maka motor servo akan tertutup, *traffic light* berwarna merah, *buzzer* on tanpa delay, sensor *proximity* on, sensor vibrasi on, *RTC* menunjukkan waktu 12.00.20.

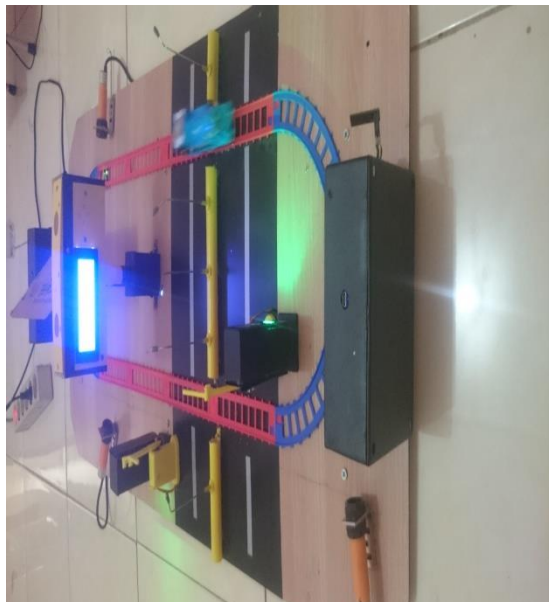
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis

Pembuatan prototipe miniatur palang pintu kereta api otomatis ini menggunakan perangkat keras (hardware) yang terdiri arduino nano, sensor *proximity*, sensor vibrasi, *real time clock (RTC)*, *buzzer*, *nrf24101*, motor servo, *traffic light*, *LCD 20x4* serta menggunakan perangkat lunak aplikasi arduino. Miniatur palang pintu kereta api otomatis dapat dan lihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis



Gambar 4.2. Tampak Kiri



Gambar 4.3. Tampak Kanan

Pada penelitian ini digunakan mainan kereta api dengan lintasannya yang berbentuk elips. Lintasan tersebut memiliki panjang sisi dari kiri ke kanan 80 cm, dari atas ke bawah 25 cm. Maka keliling lintasan yang dilalui kereta api adalah :

$$K = \frac{1}{2} \times \pi (ac + bd)$$

$$K = \frac{1}{2} \times 3,14 (25 \text{ cm} + 80 \text{ cm})$$

$$K = 164,85 \text{ cm atau } 1,64 \text{ m}$$

Maka dapat diperoleh kecepatan dari kereta api dalam satu putaran yaitu:

$$v = \frac{s}{t}$$

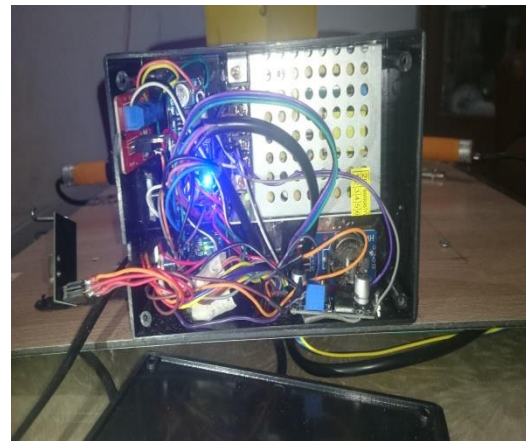
$$v = \frac{1,64 \text{ m}}{10 \text{ s}}$$

$$v = 0,16 \text{ m/s}$$

Waktu diperoleh dari pengamatan yang dilakukan dengan menghitung secara manual menggunakan stopwatch. Kereta api melintasi rel kereta api pada satu putaran membutuhkan waktu selama 10 detik.



Gambar 4.4. Perangkat keras Nrf24 Tx.



Gambar 4.5. Perangkat keras Nrf24 Rx.

Perangkat keras pada nrf24101 sebagai transmitter terdiri dari beberapa komponen seperti mikrokontroler arduino, dan step down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan menjadi 5 volt. Pada rangkaian perangkat keras nrf24101 sebagai receiver terdiri dari beberapa komponen seperti *step down*, mikrokontroler arduino, dan *RTC*.

4.2. Pengujian Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis

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 tiap komponen nya.

4.3. Pengujian Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* merupakan salah satu sensor utama yang digunakan pada miniatur palang pintu kereta api otomatis sebagai pendeteksi posisi dari kereta api yang melintas melalui halangan dengan jarak tertentu. Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu menggunakan program arduino dan secara manual yang pembacaannya menggunakan mistar (cm). Pengujian secara manual memakai rentang jarak 0–100 cm. Pengukuran secara manual dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1. Pengujian Sensor Proximity Menggunakan Mistar

Percobaan Ke	Jarak Ukur Menggunakan Mistar	Keterangan
1	10 cm	Terdeteksi
2	20 cm	Terdeteksi
3	30 cm	Terdeteksi
4	40 cm	Terdeteksi
5	50 cm	Terdeteksi
6	60 cm	Terdeteksi
7	70 cm	Terdeteksi
8	80 cm	Terdeteksi
9	90 cm	Tidak Terdeteksi
10	100 cm	Tidak Terdeteksi

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa pada percobaan pertama hingga percobaan ke delapan sensor *proximity* dapat mendeteksi keberadaan kereta api. Hal tersebut sesuai dengan fungsi sensor *proximity* yang hanya dapat mendeteksi halangan dengan jarak maksimal sejauh 80 cm. Sedangkan pada percobaan ke sembilan dan ke sepuluh 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.



Gambar 4.6. Pengujian Sensor *Proximity* secara Manual

Adapun pembuatan program pada sensor proximity dapat dilihat dibawah ini. :

```
#define proxi1 5 //sensor proximity aktif LOW
#define proxi2 4
#define proxi3 3

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(proxi1, INPUT);
  pinMode(proxi2, INPUT);
  pinMode(proxi3, INPUT);
  delay(1000);
}
void loop() {
  int sensor1 = digitalRead(proxi1);
  int sensor2 = digitalRead(proxi2);
  int sensor3 = digitalRead(proxi3);
  Serial.println(sensor1);
  Serial.println(sensor2);
  Serial.println(sensor3);
} //END LOOP
```

4.4. Pengujian Motor Servo

Pengujian ketelitian Pada sudut motor servo bertujuan menganalisis kerja dari sudut motor servo. Pengujian sudut motor servo dimulai dari 0° sampai dengan 90° dan dilakukan dengan cara pemograman serta secara manual dengan menggunakan busur. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2. Pengujian Ketelitian Sudut Motor Servo

Percobaan Ke	Pengukuran Sudut dengan Program	Pengukuran Sudut Secara Manual	Selisih (Derajat)	Persen Deviasi
1	10°	10,6°	6°	6,00 %
2	20°	20,7°	7°	3,38 %
3	30°	30,6°	6°	2,00 %
4	40°	40,7°	7°	1,75 %
5	50°	50,7°	7°	1,38 %
6	60°	60,7°	7°	1,16 %
7	70°	70,6°	6°	0,85 %
8	80°	80,6°	6°	0,75 %
9	90°	90,6°	6°	0,66 %

Hasil uji ketelitian sudut motor servo pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa terdapat selisih perbedaan derajat antara pengukuran secara program dengan manual

yang menggunakan busur serta didapat persen deviasi. Berdasarkan uji ketelitian yang telah dilakukan menggunakan program dan secara manual menggunakan alat bantu busur menghasilkan tingkat selisih sekitar 6° - 7° . Terdapat hubungan antara pengukuran sudut dengan persen deviasi yang didapatkan. Semakin besar sudut maka semakin kecil persen deviasi yang diperoleh.



Gambar 4.7. Pengujian Ketelitian Sudut motor Secara Manual

Adapun pembuatan sudut motor servo pada program dapat dilihat dibawah ini. contoh pembuatan sudut 60° :

```
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
#define servo1 7//7
#define servo2 8 //8
Servo myservo1;
Servo myservo2;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  myservo1.attach(servo1);
  myservo2.attach(servo2);
  myservo1.write(60);
  myservo2.write(60);
  delay(1000);
}
void loop() {
} //END LOOP
```

4.5. Pengujian Sensor *Real Time Clock*

Sensor *real time clock* berfungsi untuk mengatur waktu mulai dari detik, menit, jam serta dapat mengatur tanggal, bulan, dan tahun. Pada pembuatan alat palang pintu kereta api otomatis, *real time clock* berfungsi untuk menguji waktu yang telah diprogram dengan waktu sebenarnya .

Tabel 4.3. Pengujian RTC Dengan Waktu Sebenarnya

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 4.3 diperoleh waktu pada *real time clock* berurutan sebagai berikut: 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, dan 13.00 dengan waktu sebenarnya yaitu: 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, dan 13.00. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan waktu pada *real time clock* secara program dengan waktu yang sebenarnya.

Adapun program *real time clock* (RTC) dapat dilihat dibawah ini :

```
#include "RTClib.h"
RTC_DS3231 rtc;
void setup() {
  rtc.begin();
  rtc.adjust(DateTime(2021,1,1,12,0,0));
}
void loop() {
  DateTime now = rtc.now();
  jam = now.hour();
  menit = now.minute();
  detik = now.second();
}
}
```

4.6. Pengujian Sensor Vibrasi

Sensor vibrasi berfungsi untuk mendeteksi getaran yang dihasilkan dari suatu objek. Pada rangkaian alat palang pintu kereta api otomatis ini dibuat menggunakan program arduino dan mendeteksi keberadaan kereta api melalui getaran yang dihasilkan dari kereta api yang melintas.

Tabel 4.4. Status Sensor Vibrasi

Posisi Kereta Api	Status Sensor Vibrasi
Setelah Melintas Palang Pintu	Off
Menuju Palang Pintu	On
Melintas Palang Pintu	On

Berdasarkan tabel 4.4 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.

Adapaun program sensor vibrasi dapat dilihat dibawah ini :

```
#define getar 2 //aktif high
int pos=5;
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 3000;
int countergetar=0;
pinMode(getar, INPUT);
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(getar),fungsiGetar,RISING);
delay(1000);
}
void fungsiGetar(){
  countergetar++;
  Serial.println(countergetar);
}
void loop() {
  unsigned long currentMillis = millis();
  if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
    previousMillis = currentMillis;
    if (countergetar>5) {Serial.println("sensor getar aktif");sGet=1;}
    else sGet=0;
    countergetar=0;
  }
}
} //END LOOP
```

4.7. Pengujian *Traffic Light*

Traffic light atau lampu lalu lintas digunakan untuk memberitahukan tanda atau sinyal. Pada alat palang pintu kereta api otomatis, *traffic light* berfungsi memberikan informasi kepada pengguna jalan raya. Data informasi *traffic light* dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.5. Data Traffic Light

Warna Led	Keterangan
Merah	Berhenti (Kereta Api Melintas)
Kuning	Hati-hati (Kereta Api Akan Melintas)
Hijau	Jalan (Kereta Api Telah Melintas)

Berdasarkan tabel 4.5 diperoleh bahwa *traffic light* memberikan tanda keberadaan kereta api melalui warna led yang ditampilkan. Apabila *traffic light* menampilkan warna merah, maka kereta api sedang melintas yang menandakan untuk berhenti, *traffic light* berwarna kuning, maka kereta api akan melintas yang menandakan untuk berhati – hati, serta *traffic light* berwarna hijau, maka kereta api telah melintas yang menandakan dipersilahkan jalan.

Adapun program *traffic light* dapat dilihat dibawah ini :

```
#define merah  A2 //traffic light aktif low
#define kuning A1
#define hijau  A0
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(merah,OUTPUT);
  pinMode(kuning,OUTPUT);
  pinMode(hijau,OUTPUT);
  digitalWrite(merah,HIGH);
  digitalWrite(kuning,HIGH);
  digitalWrite(hijau,HIGH);
  digitalWrite(buzzer,LOW);
}
void loop() {
  digitalWrite(merah,LOW);
  digitalWrite(kuning,HIGH);
  digitalWrite(hijau,HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(merah,HIGH);
  digitalWrite(kuning,LOW);
  digitalWrite(hijau,HIGH);
  delay(2000);

  digitalWrite(merah,HIGH);
  digitalWrite(kuning,HIGH);
  digitalWrite(hijau,LOW);
  delay(2000);
} //END LOOP
```

4.8. Pengujian *Buzzer*

Buzzer atau alarm berfungsi untuk memberikan suatu sinyal atau berupa informasi berupa bunyi. Pada alat palang pintu kereta api otomatis, *buzzer* memberikan informasi keberadaan kereta api. Informasi mengenai *buzzer* dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.6. Data *buzzer*

Posisi Kereta Api	Buzzer	Status Suara Buzzer
Setelah Melintas Palang Pintu	Off	Tidak bersuara
Menuju Palang Pintu	On	Bunyi Dengan Suara Delay
Melintas Palang Pintu	On	Bunyi Tanpa Delay

Berdasarkan pada tabel 4.6 diperoleh bahwa *buzzer* tidak aktif (off) dan tidak bersuara apabila posisi kereta api telah melintasi palang pintu. *Buzzer* aktif (on) dan

disertai bunyi dengan delay apabila posisi kereta api menuju palang pintu, dan *buzzer* aktif (on) dengan bunyi tanpa delay apabila posisi kereta api melintasi palang pintu.

Adapun program *buzzer* dapat dilihat dibawah ini :

```
#define buzzer A3
void setup() {
  pinMode(buzzer,OUTPUT);
  digitalWrite(buzzer,LOW);
}
void loop() {
  digitalWrite(buzzer,LOW);
  delay(1000);
  digitalWrite(buzzer,HIGH);
  delay(1000);
}
```

4.9. Pengujian LCD

Lcd berfungsi untuk menampilkan informasi pada sebuah layar. Pada alat palang pintu kereta api otomatis, *lcd* berfungsi memberikan informasi keberadaan kereta api untuk pengguna jalan melalui sebuah layar. Adapun informasi yang ditampilkan pada *lcd* dapat dilihat pada tabel 4.5. dibawah ini.

Tabel 4.7. Informasi Tampilan LCD

Posisi Kereta Api	Informasi Pada Layar LCD
Setelah Melintas Palang Pintu	Silahkan Lewat Kereta Api Tidak Melintas
Menuju Palang Pintu	Harap Hati-Hati Kereta Api Akan Melintas
Melintas Palang Pintu	Harap Berhenti Kereta Api Akan Melintas

Berdasarkan tabel 4.7 menunjukkan bahwa *LCD* akan memberikan informasi posisi kereta api ketika telah melintasi palang pintu "silahkan lewat kereta api tidak melintas", ketika akan melintasi palang pintu "harap hati-hati kereta api akan melintas", dan ketika melintasi palang pintu "harap berhenti kereta api akan melintas".

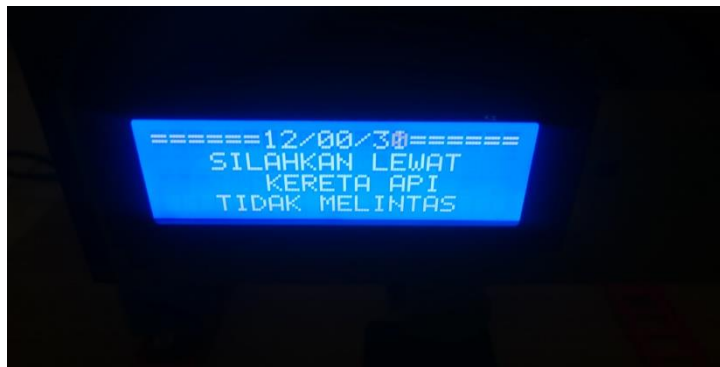
Adapun program LCD dapat dilihat dibawah ini :

```
#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
void setup() {
  lcd.begin(20, 4);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("  SILAHKAN LEWAT  ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("  KERETA API  ");
  lcd.setCursor(0,1);
}
```

```

lcd.print(" TIDAK MELINTAS ");
}
void loop() {
}

```



Gambar 4.8. Tampilan *LCD*

4.10. Pengujian Kerja Sistem Secara Keseluruhan

Sistem kerja miniatur kereta api otomatis secara menyeluruh diuji dengan melewati kereta api pada rancangan yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan laju kereta api tetap dan searah. Tabel 4.8 menunjukkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4.8. Hasil Uji Secara Keseluruhan

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

Melintasi Palang Pintu	Sensor <i>RTC</i>	12.00.10
	Motor Servo	Tertutup
	<i>Traffic Light</i>	Merah
	<i>Buzzer</i>	On (Tanpa Delay)
	<i>LCD</i>	Harap Berhenti Kereta Api Sedang Melintas

4.11. Pembahasan Hasil Uji Miniatur Palang Pintu kereta Api

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada sistem palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi sensor proximity dan sensor vibrasi berdasarkan *real time clock* telah beroperasi sesuai dengan program dan mekanik yang sudah dirancang. Pemograman dilakukan dengan menggunakan aplikasi arduino sedangkan mekanik dirancang dengan buatan tangan (*home made*). Program sistem palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi sensor *proximity* dan sensor vibrasi berdasarkan *real time clock* terbagi menjadi dua bagian, yang pertama program untuk *transceiver* dan yang kedua program untuk *receiver*. Program *transceiver* dan program *receiver* dapat dilihat dibawah ini.

PROGRAM ARDUINO *TRANSCIEVER*

```
#include <Servo.h>
#include <DS3231.h>
#include <Wire.h>
#include "RTCLib.h"
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

RF24 radio(9,10); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";
RTC_DS3231 rtc;

#define prox1 5
#define prox2 4
#define prox3 3
#define getar 2
#define merah A2
#define kuning A1
#define hijau A0
#define buzzer A3
#define servo1 7
#define servo2 8

Servo myservo1;
```



```

Servo myservo2;

int pos=5;
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 3000;
int countergetar=0;
bool tanda=0;
bool lewat=1,maulewat=0,henti=0;
int jam;
int menit;
int detik,detikSebelumnya;
char buff[80];
char buff2="";
bool bersiap=0;
bool sGet=0;

void setup() {
  rtc.begin();
  rtc.adjust(DateTime(2021,1,1,12,0,0));
  Serial.begin(9600);
  myservo1.attach(servo1);
  myservo2.attach(servo2);
  myservo1.write(90);
  myservo2.write(90);
  pinMode(proxi1, INPUT);
  pinMode(proxi2, INPUT);
  pinMode(proxi3, INPUT);
  pinMode(getar, INPUT);
  pinMode(merah,OUTPUT);
  pinMode(kuning,OUTPUT);
  pinMode(hijau,OUTPUT);
  pinMode(buzzer,OUTPUT);
  digitalWrite(merah,HIGH);
  digitalWrite(kuning,HIGH);
  digitalWrite(hijau,HIGH);
  digitalWrite(buzzer,LOW);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(getar),fungsiGetar,RISING);
  radio.begin();
  radio.openWritingPipe(address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
  radio.stopListening();
  delay(1000);
}

void fungsiGetar(){
  countergetar++;
  Serial.println(countergetar);
}

void servoTutup(){
  for (pos = 5; pos < 90; pos += 5) {
    radio.write(&buff2, sizeof(buff2));
    myservo1.write(pos);delay(15);
    myservo2.write(pos);delay(15);
  }
}

```

```

}

void servoBuka(){
  for (pos = 90; pos > 5; pos -= 5) {
    radio.write(&buff2, sizeof(buff2));
    myservo1.write(pos);delay(15);
    myservo2.write(pos);delay(15);
  }
}

void keretaMauLewat(){
  buff2='O';
  radio.write(&buff2, sizeof(buff2));
  digitalWrite(merah,HIGH);
  digitalWrite(hijau,HIGH);
  if (tanda==1) {
    digitalWrite(kuning,LOW);
    digitalWrite(buzzer,LOW);
    tanda=0;}
  else {
    digitalWrite(kuning,HIGH);
    digitalWrite(buzzer,HIGH);
    tanda=1;}
  delay(350);
}

void keretaLewat(){
  buff2='K';
  digitalWrite(merah,LOW);
  digitalWrite(kuning,HIGH);
  digitalWrite(hijau,HIGH);
  digitalWrite(buzzer,HIGH);
  servoTutup();
}

void keretaUdahLewat(){
  digitalWrite(buzzer,LOW);
  buff2='I';
  radio.write(&buff2, sizeof(buff2));
  digitalWrite(merah,HIGH);
  digitalWrite(kuning,HIGH);
  digitalWrite(hijau,LOW);
  servoBuka();
}

void loop() {
  DateTime now = rtc.now();
  jam = now.hour();
  menit = now.minute();
  detik = now.second();

  if ((abs(detikSebelumnya-detik)) >=1){
    detikSebelumnya=detik;
    sprintf(buff,"x%02d/%02d/%02d",jam,menit,detik);
    Serial.println(buff);
  }
}

```

```

    radio.write(&buff, sizeof(buff));
}

unsigned long currentMillis = millis();
if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
    previousMillis = currentMillis;
    if (countergetar>5) {Serial.println("sensor getar aktif");sGet=1;}
    else sGet=0;
    countergetar=0;
}

int sensor1 = digitalRead(proxi1);
int sensor2 = digitalRead(proxi2);
int sensor3 = digitalRead(proxi3);

if (sensor1==LOW && lewat==1) {keretaUdahLewat();lewat=0;maulewat=1;}
else if (sensor2==LOW && sGet==1 && jam==12 && (menit>=0 && menit<=2) &&
maulewat==1) {bersiap=1;maulewat=0;}
else if (bersiap==1){
    if (sensor3==HIGH)keretaMauLewat();
    else {
        henti=1;
        bersiap=0;}
}
else if (sensor3==LOW && henti==1) {keretaLewat();henti=0;lewat=1;}

} //END LOOP

```

PROGRAM ARDUINO RECEIVER

```

#include <LiquidCrystal.h>
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

RF24 radio(9, 10); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    radio.begin();
    radio.openReadingPipe(0, address);
    radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
    radio.startListening();
    lcd.begin(20, 4);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("  ARISKI  ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  FISIKA UIN  ");
    delay(2000);
}

```

```

    lcd.clear();
}

void loop() {

    if (radio.available()) {
        char text[32] = "";
        radio.read(&text, sizeof(text));
        Serial.println(text);
        if (text[0]== 'x'){
            lcd.setCursor(5,0);
            lcd.print(text);
            lcd.print("=====");
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("=====");
        }
        else if (text[0]== 'O') {
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print(" HARAP BERHATI-HATI ");
            lcd.setCursor(0,2);
            lcd.print("  KERETA API  ");
            lcd.setCursor(0,3);
            lcd.print("  AKAN MELINTAS  ");
            delay(350);
        }
        else if (text[0]== 'K') {
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print(" HARAP BERHENTI ");
            lcd.setCursor(0,2);
            lcd.print("  KERETA API  ");
            lcd.setCursor(0,3);
            lcd.print("  SEDANG MELINTAS  ");
            delay(350);
        }
        else if (text[0]== 'I') {
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print(" SILAHKAN LEWAT ");
            lcd.setCursor(0,2);
            lcd.print("  KERETA API  ");
            lcd.setCursor(0,3);
            lcd.print("  TIDAK MELINTAS  ");
            delay(350);
        }
        }
        delay(50);
    }
}

```

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.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji pada alat Sistem Pengaturan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Terintegrasi Sensor proximity Dan Sensor Vibrasi Berdasarkan *Real Time Clock (RTC)* maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada alat sistem pengaturan palang pintu perlintasan kereta api terintegrasi sensor *proximity* dan sensor vibrasi berdasarkan *real time clock (RTC)* dapat memonitoring secara otomatis kedatangan kereta api mendekati perlintasan palang pintu, melintasi palang pintu, dan telah melintasi palang pintu melalui deteksi tiga sensor *proximity*, sensor vibrasi, *real time clock*, yang ditandai dengan indikator *buzzer*, *traffic light*, serta display *lcd*.
2. 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.
3. 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 sistem kerja palang pintu kereta api otomatis dapat berjalan sesuai kerjanya.
4. Sistem kerja dari palang pintu perlintasan kereta api otomatis menggunakan tiga sistem deteksi kedatangan kereta api yaitu sensor *proximity* pertama yang berfungsi untuk mendeteksi bahwa kereta api sudah mulai mendekati perlintasan jalan, sensor *proximity* kedua yang berfungsi untuk bahwa kereta api ketika sudah sangat dekat dengan perlintasan sehingga mengintruksikan palang untuk menutup, sensor *proximity* ketiga berfungsi untuk mendeteksi halangan dari kereta api ketika kereta api sudah melewati perlintasan jalan, sensor vibrasi berfungsi untuk mendeteksi getaran yang dihasilkan dari kereta api, dan *Real Time Clock (RTC)* yang berfungsi untuk menampilkan waktu keberangkatan kereta api.

5.2 Saran

Dari penelitian ini, saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Pada jalur lintasan kereta api diperlukan penambahan panjang lintasan agar semua tahapan dapat dilihat secara jelas.
2. Pemilihan mainan kereta api disarankan yang bagus agar racangan palang pintu kereta api dapat berjalan dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustya, Angga Fernanda., & Fahrudi, Akhmad.2020.*Rancang Bangun Alat Otomatis Pemilah Sampah Logam Organik Dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity Induksi Dan Sensor Proximity Kapasitif*.Surabaya: Seminar Nasional Sains Teknologi Terapan VIII.
- Alam, Hermansyah, dkk.2020.*Penggunaan Sensor Vibration Sebagai Antisipasi Gempa Bumi*.Medan: Journal Of Electrical Tecnology, 5 (2).
- Anggara, P., & Budianto, A.2017.*Rancang Bangun Portal Otomatis Pada Perumahan Terprogram Dan Dapat Diakses Melalui Misscall Dan Sensor Jarak Menggunakan Atmega 16*. Malang: Jurnal.
- Fatoni, Ahmad., & Nugroho, Dhani Dwi.2015.*Rancang Bangun Alat Pembelajaran Mikrokontroller Berbasis Atemga 328 di Universitas Serang Raya*.Banten: Jurnal Prosisko, 2 (1)
- Fayyadh, M ., Sunarya, U ., & Nugraha, R.2015.*Automatic Design System Otomatisasi Palang Pintu Kereta Api Berbasis Motion Detection*. Bandung:Jurnal Volume 2 Nomor 1.
- Febrianto., Desmulyati.*Perancangan Palang Pintu Kereta Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Atmega 16*.Jakarta : Jurnal Volume 2 Nomor 1.
- Fibriliyanti, & dkk.2017.*Implementasi Pengolahan Citra Dengan Metode Histogram Of Oriented Gradient Untuk Pengauran Waktu Pada Traffic Light Berdasarkan Deteksi Kepadatan Kendaraan*.Pelambang: Prosiding SNATIF Ke-4.
- Firdaus, M.2016.*Miniatur Palang Pintu Kereta Api Dengan Menampilkan Kecepatan Serta Waktu Tunggu Menggunakan Arduino*. Semarang: [Skripsi] Universitas Negeri Semarang.
- Ghifari, A., Murty, M., & Nugraha, R.2018.*Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Getar*. Bandung: Jurnal Volume 5 Nomor 3.
- Kusriyanto, Medilla., & Nendy Wismoyo.2017.*Sistem Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Dengan Komunikasi Wireless Berbasis Arduino*.Yogyakarta : Jurnal Volume 23 Nomor 1.

- Nur'aidha, A., Nadhir, A., & Santoso, D.2016.*Rancang Bangun Vibration Exciter Sederhana Untuk Uji Respon Frekuensi Sensor MEMS Accelerometer*. Malang.
- Pasaribu, F., & Zulfikar.2018.*Rancang Bangun Sistem Kontrol Buka Tutup Valve Pada Proses Pemanasan Air Jacket*. Medan: Jurnal Volume 1 Nomor 1.
- Priyo Bagus Pangestu., dkk.*Implementasi Kendali Palang Pintu Kereta Api Menggunakan IR Sensor dan NRF24L01*.Malang : Jurnal Volume 1 Nomor 4.
- Purnamasari, Widya., & Wijaya, Romi.2017.*Sistem keamanan rumah Menggunakan Sensor Getaran Dengan Output Suara Berbasis PC*.Padang: Jurnal Manajemen Dan Informatika Pelita Nusantara 21 (1).
- Rizki Sarnia Oktareza., & Yusnita Rahayu.*Simulasi Sistem Keamanan Palang Pintu Perlindungan Kereta Api Menggunakan LabView*.Pekanbaru : Jurnal Volume 2 Nomor 2.
- Rohman, A.2015.*Rancang Bangun Alat Ukur Getaran Mesin Berbasis Arduino*. Semarang: [Skripsi] Universitas Negeri Semarang.
- Saputra, H., Wardihani, E., Putri, S., & Komariyah, S.2017. *Rancang Bangun Jaringan sensor Nirkabel Pada Prototype System Deteksi Kedatangan Kereta Api Berbasis Sensor Getar*. Semarang: Jurnal Volume 3.
- Septiano, Alessandro W, & Ghozali, Theresia.2020.*NRF24L01 Sebagai Pemancar/Penerima Untuk Wireless Sensor Network*.Jakarta: Jurnal Volume 17 nomor 1.
- Setiyawan, Erfan Pradipta.2018.*Rancang Bangun Sistem Keamanan Palang Pintu Perlindungan Kereta Api otomatis Menggunakan Sensor Proximity Inductif Berbasis Atmega 328*.Semarang: Skripsi
- Setyani, Sri.2016.*Rancang Bangun Alat Pengaman Brangkas Menggunakan RFID (Radio Frequency Identificatio) Dengan Memanfaatkan E-KTP Sebagai TAG Berbasis Arduino*.Semarang: Skripsi.
- Sulfiani, N., & Firmawati, N.2019.*Rancang Bangun System Penyemprotan Tanaman Otomatis Berdasarkan Waktu Dengan Real Time Clock(RTC) Dan Sensor Ultrasonik Serta Notifikasi Via Sms*. Padang: Jurnal Volume 11 Nomor 2.
- Syahputri, A.2018.*Rancang Bangun Palang Pintu Otomatis Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Kartu RFID Dan Photodiode*. Medan: [Skripsi] Universitas Sumatera Utara.

Winata, P., Wijaya, I., & Swartika, I. 2016. *Rancang Bangun System Monitoring Output Dan Pencatatan Data Pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino*. Bali: Jurnal Volume 3 Nomor 1

LAMPIRAN 1 PROGRAM ARDUINO

PROGRAM ARDUINO *TRANSCEIVER*

```
#include <Servo.h>
#include <DS3231.h>
#include <Wire.h>
#include "RTClib.h"
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

RF24 radio(9,10); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";
RTC_DS3231 rtc;

#define prox1  5
#define prox2  4
#define prox3  3
#define getar  2
#define merah  A2
#define kuning A1
#define hijau  A0
#define buzzer A3
#define servo1 7
#define servo2 8

Servo myservo1;
Servo myservo2;

int pos=5;
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 3000;
int countergetar=0;
bool tanda=0;
bool lewat=1,maulewat=0,henti=0;
int jam;
int menit;
int detik,detikSebelumnya;
char buff[80];
char buff2="";
bool bersiap=0;
bool sGet=0;
```

```

void setup() {
  rtc.begin();
  rtc.adjust(DateTime(2021,1,1,12,0,0));
  Serial.begin(9600);
  myservo1.attach(servo1);
  myservo2.attach(servo2);
  myservo1.write(90);
  myservo2.write(90);
  pinMode(proxi1, INPUT);
  pinMode(proxi2, INPUT);
  pinMode(proxi3, INPUT);
  pinMode(getar, INPUT);
  pinMode(merah, OUTPUT);
  pinMode(kuning, OUTPUT);
  pinMode(hijau, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  digitalWrite(merah, HIGH);
  digitalWrite(kuning, HIGH);
  digitalWrite(hijau, HIGH);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(getar), fungsiGetar, RISING);
  radio.begin();
  radio.openWritingPipe(address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
  radio.stopListening();
  delay(1000);
}

void fungsiGetar(){
  countergetar++;
  Serial.println(countergetar);
}

void servoTutup(){
  for (pos = 5; pos < 90; pos += 5) {
    radio.write(&buff2, sizeof(buff2));
    myservo1.write(pos);delay(15);
    myservo2.write(pos);delay(15);
  }
}

void servoBuka(){
  for (pos = 90; pos > 5; pos -= 5) {
    radio.write(&buff2, sizeof(buff2));
    myservo1.write(pos);delay(15);
    myservo2.write(pos);delay(15);
  }
}

```

```

void keretaMauLewat(){
  buff2='O';
  radio.write(&buff2, sizeof(buff2));
  digitalWrite(merah,HIGH);
  digitalWrite(hijau,HIGH);
  if (tanda==1) {
    digitalWrite(kuning,LOW);
    digitalWrite(buzzer,LOW);
    tanda=0;}
  else {
    digitalWrite(kuning,HIGH);
    digitalWrite(buzzer,HIGH);
    tanda=1;}
  delay(350);
}

void keretaLewat(){
  buff2='K';
  digitalWrite(merah,LOW);
  digitalWrite(kuning,HIGH);
  digitalWrite(hijau,HIGH);
  digitalWrite(buzzer,HIGH);
  servoTutup();
}

void keretaUdahLewat(){
  digitalWrite(buzzer,LOW);
  buff2='I';
  radio.write(&buff2, sizeof(buff2));
  digitalWrite(merah,HIGH);
  digitalWrite(kuning,HIGH);
  digitalWrite(hijau,LOW);
  servoBuka();
}

void loop() {
  DateTime now = rtc.now();
  jam = now.hour();
  menit = now.minute();
  detik = now.second();

  if ((abs(detikSebelumnya-detik)) >=1){
    detikSebelumnya=detik;
    sprintf(buff,"x%02d/%02d/%02d",jam,menit,detik);
    Serial.println(buff);
    radio.write(&buff, sizeof(buff));
  }
}

```

```

unsigned long currentMillis = millis();
if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
  previousMillis = currentMillis;
  if (countergetar>5) {Serial.println("sensor getar aktif");sGet=1;}
  else sGet=0;
  countergetar=0;
}

int sensor1 = digitalRead(proxi1);
int sensor2 = digitalRead(proxi2);
int sensor3 = digitalRead(proxi3);

if (sensor1==LOW && lewat==1) {keretaUdahLewat();lewat=0;maulewat=1;}
  else if (sensor2==LOW && sGet==1 && jam==12 && (menit>=0 && menit<=2) &&
maulewat==1) {bersiap=1;maulewat=0;}
  else if (bersiap==1){
    if (sensor3==HIGH)keretaMauLewat();
    else {
      henti=1;
      bersiap=0;}
  }
  else if (sensor3==LOW && henti==1) {keretaLewat();henti=0;lewat=1;}

} //END LOOP

```

PROGRAM ARDUINO RECEIVER

```

#include <LiquidCrystal.h>
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

RF24 radio(9, 10); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  radio.begin();
  radio.openReadingPipe(0, address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
  radio.startListening();
  lcd.begin(20, 4);
}

```

```

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("  ARISKI  ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("  FISIKA UIN  ");
delay(2000);
lcd.clear();
}

void loop() {

if (radio.available()) {
  char text[32] = "";
  radio.read(&text, sizeof(text));
  Serial.println(text);
  if (text[0]== 'x'){
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print(text);
    lcd.print("=====");
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("=====");
  }
  else if (text[0]== 'O') {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" HARAP BERHATI-HATI ");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("  KERETA API  ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("  AKAN MELINTAS  ");
    delay(350);
  }
  else if (text[0]== 'K') {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" HARAP BERHENTI ");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("  KERETA API  ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("  SEDANG MELINTAS  ");
    delay(350);
  }
  else if (text[0]== 'I') {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" SILAHKAN LEWAT ");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("  KERETA API  ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("  TIDAK MELINTAS  ");
    delay(350);
  }
}
}

```

```
    delay(50);  
  }  
}
```


LAMPIRAN 2 GAMBAR SKEMATIK

