PURWARUPA RANCANG BANGUN ALAT PERAGA UNTUK MENGUJI PENJAGA PERLINTASAN KERETA API

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Ahli Madya Pada Program Studi Diploma III Manajemen
Transportasi Perkeretaapian (A. Md. Tra)

DIAJUKAN OLEH :

NAMA : ADVENTINO PRANATA

NOTAR : 18.03.003

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD

PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN

BEKASI

2021

PURWARUPA RANCANG BANGUN ALAT PERAGA UNTUK MENGUJI PENJAGA PERLINTASAN KERETA API

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Ahli Madya Pada Program Studi Diploma III Manajemen
Transportasi Perkeretaapian (A. Md. Tra)

DIAJUKAN OLEH :

NAMA : ADVENTINO PRANATA

NOTAR : 18.03.003

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD

PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN

TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN

BEKASI

2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	**: ADVENTINO PRANATA**
Notar	**: 18.03.003**
Tanda Tangan	**:**
Tanggal	**: 6 AGUSTUS 2021**

KERTAS KERJA WAJIB

PURWARUPA RANCANG BANGUN ALAT PERAGA UNTUK MENGUJI PENJAGA PERLINTASAN KERETA API

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

ADVENTINO PRANATA

Notar : 18.03.003

Telah di Setujui Oleh :

PEMBIMBING

URIANSAH PRATAMA, MM

Tanggal : 6 AGUSTUS 2021

PEMBIMBING

YANUAR DWI HARDIYATNO, M.Sc

Tanggal : 6 AGUSTUS 2021

KERTAS KERJA WAJIB

PURWARUPA RANCANG BANGUN ALAT PERAGA UNTUK MENGUJI PENJAGA PERLINTASAN KERETA API

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan

Program Studi Diploma III

Oleh :

ADVENTINO PRANATA

Notar : 18.03.003

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 10 AGUSTUS 2021

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Pembimbing

URIANSAH PRATAMA, MM Tanggal : 26 Agustus 2021

NIP. 198608142009121002

Pembimbing

YANUAR DWI HARDIYATNO, M.Sc Tanggal : 26 Agustus 2021

NIP. 198701032010121006

PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD

BEKASI, 2021

KERTAS KERJA WAJIB

PURWARUPA RANCANG BANGUN ALAT PERAGA UNTUK MENGUJI PENJAGA PERLINTASAN KERETA API

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

ADVENTINO PRANATA

Nomor Taruna : 18.03.003

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 10 AGUSTUS 2021

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

DEWAN PENGUJI

Penguji I	**Dr. R.R. Gloriani Novita C, S.T., MT** **NIP.197311041997032001**
Penguji II	**Ir. Djamal Subastian, M.Sc** **NIP.195903101991031004**

Penguji III	**Bobby Agung, S.SIT, MT** **NIP.198907082010121003**

MENGETAHUI,

KETUA PROGRAM STUDI DIII

MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN

Nama : Dr.Ir. BAMBANG DRAJAT, MM

NIP. 19881013 201012 1 003

ABSTRACT

The Railway Testing Center is given the responsibility to carry out testing of railway infrastructure, testing of railway facilities, and testing of railway HR. One example of the testing field for Railway HR at the Railway Testing Center that has not been optimal is the testing of railroad crossing guards where the Railway HR testing is carried out through four stages, namely theory test, health test, interview test, and practical test. However, supporting equipment or teaching aids in the form of simulation of level crossings to support the test, there is no such thing. This study uses the Research and Development method and analyzes the comparison of the tools and components used. This research went through the stages of designing, manufacturing, and testing tools using Arduino Nano as microcontroller. Based on the test results, this tool works well, has two manual and automatic modes as simulation of railroad crossing guard.

Keywords: train, railway testing, microcontroller, manual, automatic

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan Karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini tepat pada waktunya. Dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini, Penulis mengambil judul :

"Purwarupa Rancang Bangun Alat Peraga Untuk Menguji Penjaga Perlintasan Kereta Api"

Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini merupakan salah satu tugas akhir dari Program Diploma III Perkeretaapian Politeknik Transportasi Darat Indonesia Angkatan XL tahun 2020/2021 guna memperoleh Ahli Madya Perkeretaapian (A.Md. Tra MTP) dan realisasi dari Prakek Kerja Lapangan yang dilaksanakan di Balai Pengujian Perkeretaapian Bekasi.

Di dalam Kertas Kerja Wajib (KKW) ini, adapun dalam penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini penulis mendapat banyak bantuan dari pihak lain, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bpk. Hindro Surahmat, ATD., MSi selaku Direktur Polieknik Transportasi Darat Indonesia- STTD.
2. Bpk. Ir. Bambang Drajat selaku Ketua Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian.
3. Bpk. Uriansah Pratama, MM selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulisan dalam pengerjaan Kertas Kerja wajib (KKW) ini.
4. Bpk. Yanuar Dwi Hardiyatno, M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulisan dalam pengerjaan Kertas Kerja wajib (KKW) ini.
5. Kepada orang tua, kakak, adik, dan seluruh keluarga di Indonesia yang selalu mendukung saya.

6. Kepala Balai Pengujian Perkeretaapian Bekasi bapak Dr. Ir. Yuwono Wiarco, S.Si.T, M.T., IPM beserta bapak dan ibu Kasi yang mengijinkan Taruna PTDI-STTD menjalankan PKL di Balai Pengujian Perkeretaapian Bekasi.
7. Kepala Seksi Pengujian Sumber Daya Manusia Perkeretaapian bapak Annas Rifa'i., MT , beserta Kakak- Kakak SDM yang telah mengijinkan serta membimbing saya ikut serta dalam Pengujian Prasarana.
8. Kakak – kakak Alumni PTDI-STTD yang bekerja di Balai Pengujian Perkeretaapian Bekasi.
9. Segenap Civitas Akademika Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD.
10. Kepada rekan-rekan TIM PKL BALAI PENGUJIAN PERKERETAAPIAN BEKASI yang sudah berjuang bersama saya.
11. Semua Pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah memberi bantuan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Kertas Kerja Wajib ini selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap semoga Kertas Kerja Wajib ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya.

Bekasi, Agustus 2021

Penulis

ADVENTINO PRANATA

NOTAR : 18.03.003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adventino Pranata

Notar : 18.03.003

Program Studi : Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD. **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non- exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PURWARUPA RANCANG BANGUN ALAT PERAGA UNTUK MENGUJI PENJAGA PERLINTASAN KERETA API

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada tanggal : Agustus 2020

Yang menyatakan

(Adventino Pranata)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ..... **ii**
ABSTRACT ..... **viii**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 3
1.3 Rumusan Masalah 3
1.4 Maksud dan Tujuan 4
1.5 Batasan Masalah 4
BAB II GAMBARAN UMUM **5**
2.1 Gambaran Umum Balai Pengujian Perkeretaapian 5
2.2 Gambaran Umum Pengujian SDM Perkeretaapian 8
2.3 Gambaran Umum Pengujian Penjaga Perlintasan Kereta Api 15
BAB III KAJIAN PUSTAKA **21**
3.1 Perkeretaapian 21
3.2 Perlintasan Sebidang 21
3.3 Penjaga Perlintasan Kereta Api 33
3.4 Komponen Alat Peraga 37
3.5 Metode *Research & Development* 45
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN **46**
4.1 Alur Pikir Penelitian 46
4.2 Bagan Alir Penelitian 46
4.3 Teknik Pengumpulan Data 48
4.4 Teknik Analisis Data 50
4.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian 51
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN RANCANGAN **52**
5.1 Pengujian Penjaga Perlintasan Kereta Api di Balai Pengujian Perkeretaapian 52
5.2 Perancangan Alat Peraga Penjaga Perlintasan Kereta Api 56

5.3 Pengoperasian Alat Peraga 76
5.4 Pengujian Alat 80
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 88
6.1 Kesimpulan 88
6.2 Saran 89
DAFTAR PUSTAKA 90
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Inventarisasi Peralatan Pengujian SDM Perkeretaapian 13
Tabel IV. 1 Jadwal Penelitian 51
Tabel V. 1 Standar Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang 55
Tabel V. 2 Penjelasan Warna Kabel Jumper pada Rangkaian 60
Tabel V. 3 Perbandingan Mikrokontroler Arduino Uno dan Nano 61
Tabel V. 4 Perbandingan Sensor Ultrasonik dan Infrared 62
Tabel V. 5 Perbandingan Motor Servo dan Motor DC 65
Tabel V. 6 Perbandingan Power Supply Switching dan Trafo 69
Tabel V. 7 Perbandingan Bahan Pelindung Komponen 71
Tabel V. 8 Penjelasan Konfigurasi Pin Arduino 75
Tabel V. 9 Uji Unjuk Kerja Mode Otomatis 80
Tabel V. 10 Uji Unjuk Kerja Mode Manual 81
Tabel V. 11 Pengujian Pergerakan Motor Servo 81
Tabel V. 12 Pengujian Tampilan pada LCD 82
Tabel V. 13 Pengujian Sensor Ultrasonik 83

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Peta Lintas Perkeretaapian di Pulau Jawa 7
Gambar II. 2 Peta Lintas Perkeretaapian di Pulau Sumatera 7
Gambar II. 3 Pelaksanaan Uji Teori 9
Gambar II. 4 Pelaksanaan Uji Wawancara 9
Gambar II. 5 Uji Kesehatan 10
Gambar II. 6 Prosedur Pengujian SDM 11
Gambar II. 7 Standar dan Proses Penilaian Uji Kompetensi SDM Perkeretaapian 12
Gambar II. 8 Perubahan Standar dan Proses Penilaian Uji Kompetensi SDM Perkeretaapian 13
Gambar III. 1 Palang Pintu Perlintasan JPL 81 22
Gambar III. 2 Penjaga Pintu Perlintasan Sebidang JPL 81 23
Gambar III. 3 Contoh Perlintasan Berpintu Pada Jalan Empat Lajur Dua Arah Dengan Jalur Ganda Kereta Api 24
Gambar III. 4 Petugas JPL 81 34
Gambar III. 5 Mikrokontroler Arduino Nano 39
Gambar III. 6 Sensor HC-SR04 41
Gambar III. 7 Waktu Tempuh Gelombang Ultrasonik 42
Gambar III. 8 Prinsip Kerja Motor SV-DC 43
Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian 47
Gambar V. 1 Alat Peraga Telepon 19
Gambar V. 2 Alat Peraga Semboyan Penjaga JPL 20
Gambar V. 3 Pelaksanaan Uji Praktek Penjaga JPL 54
Gambar V. 4 Perlintasan Berpintu Pada Jalan Empat Lajur Dua Arah Dengan Jalur Ganda Kereta Api 56
Gambar V. 5 Meja Pelayanan JPL 81 56
Gambar V. 6 Desain Miniatur Alat Peraga Penjaga Perlintasan Kereta Api 57
Gambar V. 7 Diagram Blok Alat Peraga Penjaga Perlintasan Kereta Api 58
Gambar V. 8 Mikrokontroler Arduino Uno dan Nano 61
Gambar V. 9 Sensor Infrared 63
Gambar V. 10 Sensor Ultrasonik 63
Gambar V. 11 Motor Servo Sebagai Palang Pintu Perlintasan 66
Gambar V. 12 LED pada Isyarat Lampu 67
Gambar V. 13 LCD I2C Tampak Depan dan Belakang 68
Gambar V. 14 *Buzzer Piezoelectric* 68
Gambar V. 15 *Power Supply Switching* 5 V 70
Gambar V. 16 Dashboard Papan Kontrol Perlintasan Kereta Api 70
Gambar V. 17 Rancang Bangun Palang Pintu Perlintasan Kereta Api 71
Gambar V. 18 *Void Setup* Program 73
Gambar V. 19 *Void Loop* Program 74
Gambar V. 20 Konfigurasi Pin Arduino Nano 75
Gambar V. 21 Flowchart Mode Manual 77

Gambar V. 22 Flowchart Mode Otomatis 79
Gambar V. 23 Push Button Mode Manual 84
Gambar V. 24 Mode Otomatis Sensor Mendeteksi KA dari Arah B 85
Gambar V. 25 Mode Otomatis Buzzer dan Servo Aktif 86

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kereta api merupakan salah satu jenis transportasi yang memiliki satu keunggulan dibanding dengan moda angkutan darat lainnya, terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut baik penumpang maupun barang secara massal, hemat energi, hemat dalam penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan yang tinggi, dan tingkat pencemaran yang rendah serta lebih efisien dibanding dengan moda transportasi jalan untuk angkutan jarak jauh. Oleh karena itu untuk menjamin keselamatan, kenyamanan, keamanan, perjalanannya moda transportasi umum khususnya kereta api diwajibkan untuk melakukan pengujian.

Pengujian adalah rangkaian kegiatan yang digunakan untuk menyesuaikan persyaratan teknis dengan kondisi fungsi di lapangan, dalam hal ini persyaratan teknis yang dimaksud ialah ketentuan teknis yang menjadi standar spesifikasi teknis, dimana standar tersebut mengacu kepada dasar hukum yang telah di tetapkan.

Di dalam PM. 64 Tahun 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Pengujian Perkeretaapian. Balai Pengujian Perkeretaapian merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Kementerian Perhubungan berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Direktur Jenderal Perkeretaapian. Balai Pengujian Perkeretaapian diberikan tanggung jawab untuk melaksanakan pengujian prasarana, pengujian sarana, dan pengujian sumber daya manusia perkeretaapian dalam rangka mewujudkan penyelenggaraan transportasi perkeretaapian yang aman, nyaman, dan selamat.

Sebagai faktor yang vital dan strategis, SDM perkeretaapian harus memiliki kualifikasi dan kompetensi tertentu sesuai dengan bidangnya masing-masing. Kompetensi perlu mendapat perhatian yang mendalam mengingat bahwa operasional perkeretaapian membutuhkan keterampilan dan keahliaan yang bersifat spesifik. Keterampilan dan keahlian yang

dimiliki SDM perlu dipastikan agar dapat menjamin bahwa kualifikasinya sesuai dengan kebutuhan. Disamping itu, tanpa SDM yang berkompeten menjadikan hal tersebut sebagai faktor penyebab transportasi perkeretaapian tidak mampu menunjukkan keunggulan karakteristiknya.

Bidang pengujian SDM Perkeretaapian mempunyai tugas yaitu melakukan pengujian kompetensi awak sarana perkeretaapian, keahlian penguji prasarana, penguji sarana, inspektur prasarana, inspektur sarana, dan auditor perkeretaapian. Kondisi saat ini proses pelaksanaan pengujian SDM Perkeretaapian masih belum maksimal, hal ini dapat dilihat dari peralatan pengujian yang masih kurang, kondisi peralatan pengujian yang sudah tidak handal, dan jumlah asesor yang masih kurang sehingga harus mengundang asesor dari luar pihak Balai Pengujian Perkeretaapian dalam proses pengujian SDM Perkeretaapian.

Salah satu contoh bidang pengujian SDM Perkeretaapian di Balai Pengujian Perkeretaapian yang belum optimal yaitu pengujian petugas penjaga perlintasan kereta api (PJL) dimana pengujian SDM Perkeretaapian yang dilaksanakan melalui empat tahap yaitu uji teori, uji kesehatan, uji wawancara, dan uji praktek. Namun, untuk uji praktek peralatan pendukung atau alat peraga berupa simulasi perlintasan sebidang untuk menunjang pengujian tidak ada. Sehingga selama ini, untuk pengujian SDM Perkeretaapian khususnya penjaga PJL pada uji prakteknya menggunakan bendera kuning dan merah, radio telfon, dan gambar pelayanan pada PJL. Hal tersebut berakibat pada pengukuran atau penilaian kemampuan, kecakapan, dan keterampilan dari peserta uji penjaga PJL yang tidak optimal hanya menggunakan alat seadanya.

Peralatan pengujian dalam menunjang pelaksanaan pengujian SDM Perkeretaapian yang masih kurang salah satu diantaranya adalah belum tersedianya alat peraga penjaga perlintasan kereta api. Oleh karena itu dengan adanya permasalahan tersebut penulis mengambil judul **"Purwarupa Rancang Bangun Alat Peraga Untuk Menguji Penjaga Perlintasan Kereta Api".**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas yang telah diuraikan, maka dapat diketahui beberapa permasalahan yang ada yaitu:

1. Belum optimalnya pengujian penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian dikarenakan uji praktek penjaga perlintasan kereta api hanya menggunakan alat seadanya yaitu bendera, telepon radio, dan gambar pelayananan pada PJL.
2. Belum lengkapnya standart peralatan pendukung berupa simulator alat peraga PJL untuk menguji penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian.
3. Belum optimalnya pengukuran atau penilaian kemampuan, kecakapan, dan keterampilan dari peserta uji penjaga PJL karena hanya menggunakan alat seadanya.

1.3 Rumusan Masalah

Pengujian penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian wajib dilakukan agar petugas penjaga JPL memiliki kompetensi dalam menjalankan tugasnya mengingat bahwa operasional perkeretaapian perlu keterampilan dan keahlian sehingga melalui pengujian SDM dapat terjamin kualifikasinya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk dapat mengoptimalkan pelaksanaan pengujian penjaga perlintasan kereta api dengan merancang alat peraga perlintasan kereta api.

Melihat permasalahan tersebut maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi pengujian SDM khususnya penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian?
2. Bagaimana standart peralatan pendukung dalam pelaksanaan pengujian SDM Perkeretaapian khususnya penjaga PJL?
3. Bagaimana perancangan, pembuatan, dan pengoperasian purwarupa alat peraga PJL untuk menunjang pengujian penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian?

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini dalam merancang alat peraga penjaga perlintasan kereta api adalah sebagai media bantu pelaksanaan pengujian PJL dalam uji praktek di Balai Pengujian Perkeretaapian.

Berdasarkan identifikasi masalah, tujuan penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kondisi pelaksanaan pengujian SDM Perkeretaapian khususnya penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian.
2. Mengidentifikasi ketersediaan alat pendukung pelaksanaan pengujian SDM Perkeretaapian di Balai Pengujian Perkeretaapian.
3. Merancang dan membuat purwarupa alat peraga PJL untuk menunjang pengujian SDM Perkeretaapian di Balai Pengujian Perkeretaapian.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dan terbatasnya waktu maka penelitian ini dititik beratkan pada :

1. Peralatan pendukung pelaksanaan pengujian penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian
2. Perancangan dan pembuatan purwarupa alat peraga penjaga perlintasan kereta api
3. Pengoperasian purwarupa alat peraga penjaga perlintasan kereta api
4. Tidak menghitung biaya pembuatan purwarupa.

BAB II
GAMBARAN UMUM

2.1 Gambaran Umum Balai Pengujian Perkeretaapian

Balai Pengujian Perkeretaapian sebagai bagian integral dari Direktorat Jendreral Perkeretaapian Kementrian Perhubungan, sebagaimana diatur dalam Perautaran Menteri Perhubungan Nomor 64 Tahun 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai pengujian Perkeretaapian. Tugas dari Balai Pengujian Perkeretaapian yakni sebagai mana dimaksud pada PM tersebut adalah melaksnanakan pengujian sarana, prasarana, dan sumber daya manusia perkeretaapian dan berfungsi sebagai unit pelaksana teknis dalam rangka melakukan pengendalian dan pengawasan.

2.1.1 Tugas dan Fungsi Perbidang di Balai Pengujian Perkeretaapian

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor : PM. 64 Tahun 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Pengujian Perkeretaapian, Organisasi Balai Pengujian Perkeretaapian terdiri atas :

1. Subbagian Tata Usaha

   Subbagian Tata Usaha mempunyai tugas melakukan pengelolaan urusan tata usaha, rumah tangga, kepegawaian, keuangan, hukum, dan hubungan masyarakat.

2. Seksi Pengujian Prasarana Perkeretaapian

   Seksi Pengujian Prasarana Perkeretaapian mempunyai tugas melakukan pengujian pertama dan berkala jalur kereta api, bangunan perkeretaapian dan fasilitas operasi kereta api.

3. Seksi Pengujian Sarana Perkeretaapian

   Seksi Pengujian Sarana Perkeretaapian mempunyai tugas melakukan pengujian pertama dan berkala sarana perkeretaapian berpenggerak, tanpa penggerak dan peralatan khusus.

4. Seksi Pengujian Sumber Daya Manusia Perkeretaapian

Seksi Pengujian Sumber Daya Manusia Perkeretaapian mempunyai tugas melakukan pengujian kompetensi Awak Sarana Perkeretaapian, Pengatur dan Pengendali Perjalanan Kereta Api, Penjaga Perlintasan Kereta Api, Tenaga Pemeriksa dan Perawatan Sarana Perkeretaapian, Tenaga Pemeriksa dan Perawatan Prasarana Perkeretaapian, Tenaga Penguji Sarana dan Prasarana Perkeretaapian, Inspektur Sarana dan Prasarana Perkeretaapian, serta Auditor Perkeretaapian

5. Kelompok Jabatan Fungsional.

Kelompok Jabatan Fungsional memiliki tugas untuk melaksanakan kegiatan sesuai dengan jabatan fungsional masing - masing yang ada berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan. Kelompok jabatan fungsional terdiri dari sejumlah tenaga fungsional yang dibagi ke berbagai kelompok jabatan fungsional yang sesuai dengan bidang keahliannya.

2.1.2 Arah Pengembangan Pengujian Perkeretaapian

Balai Pengujian Perkeretaapian merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Kementerian Perhubungan setingkat Eselon III yang berada dan bertanggungjawab kepada Direktur Jenderal Perkeretaapian.

Dalam melaksanakan tugas dan fungsi, Balai Pengujian Perkeretaapian memiliki rencana pengembangan pengujian perkeretaapian yang ingin dicapai yaitu :

1. Peningkatan kinerja pelayanan sarana dan prasarana perkeretaapian melalui pengujian sarana perkeretaapian;
2. Peningkatan kinerja pelayanan sarana dan prasarana perkeretaapian melalui pengujian prasarana perkeretaapian;
3. Penurunan angka kecelakaan transportasi perkeretaapian melalui peningkatan kompetensi SDM Perkeretaapian / pelaksanaan pengujian SDM Perkeretaapian serta pengadaan peralatan uji sarana dan prasarana perkeretaapian; dan

4. Terwujudnya dukungan manajemen dan dukungan teknis lainnya di lingkungan Balai Pengujian Perkeretaapian.

2.1.3 Wilayah Kerja Balai Pengujian Perkeretaapian

Balai Pengujian Perkeretaapian diberikan tanggung jawab untuk melaksanakan pengujian prasarana, pengujian sarana, dan pengujian sumber daya manusia perkeretaapian dalam rangka mewujudkan penyelenggaraan transportasi perkeretaapian yang aman, nyaman, dan selamat. Pelaksanaan pengujian yang dilakukan oleh Balai Pengujian Perkeretaapian adalah di seluruh Indonesia dengan pembagian sebagai berikut :

1. Wilayah I : Jawa dan Sulawesi

Sumber : RIPNAS, 2018

Gambar II. 1 Peta Lintas Perkeretaapian di Pulau Jawa

2. Wilayah II : Sumatra dan Kalimantan

Sumber : RIPNAS, 2018

Gambar II. 2 Peta Lintas Perkeretaapian di Pulau Sumatera

2.2 Gambaran Umum Pengujian SDM Perkeretaapian

Balai Pengujian Perkeretaapian mempunyai tugas yaitu melaksanakan pengujian prasarana, sarana, dan sumber daya manusia perkeretaapian mempunyai tugas yaitu melakukan pengujian kompetensi awak sarana perkeretaapian, keahlian penguji prasarana, penguji sarana, inspektur prasarana, inspektur sarana, dan auditor perkeretaapian. Pemeriksaan dan perawatan prasarana perkeretaapian harus dilaksanakan oleh tenaga yang dimiliki kompetensi untuk melakukan pemeriksaan dan perawatan prasarana perkeretaapian. Untuk mendapatkan sertifikat kompetensi, peserta uji diharuskan mengikuti tes berupa uji teori, wawancara, praktek dan kesehatan.

Seksi pengujian sumber daya manusia perkeretaapian mempunyai tugas melaksanakan penyiapan pengelolaan bahan pengujian sumber daya manusia perkeretaapian di lingkungan Balai Pengujian Perkeretaapian. Dalam melaksanakan tugasnya, seksi sumber daya manusia perkeretaapian menyelenggarakan fungsi :

1. Menyiapkan bahan pengujian dan evaluasi pengujian sumber daya manusia perkeretaapian;
2. Mengumpulkan hasil dan mengolah data hasil pengujian sumber daya manusa perkeretaapian;
3. Melakukan penerimaan dan pengkolektifan data penguji sumber daya manusia perkeretaapian.

2.2.1 Tahapan pengujian Sumber Daya Manusia (SDM) Perkeretaapian

Tahap Kegiatan Pengujian Kecakapan dan Keahlian SDM Perkeretaapian Kegiatan pengujian kompetensi kecakapan dan keahlian Perkeretaapian terdiri dari :

1. Uji Teori

   Uji teori merupakan suatu kegiatan untuk mengetahui pengetahuan dan wawasan terkait kompetensi yang diujikan. Dalam uji teori soal terdiri dari 50 nomor, berbentuk pilihan

ganda, dan materi soal mengenai tugas rutin di lingkungan kerja.

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar II. 3 Pelaksanaan Uji Teori

2. Uji Wawancara

   Uji wawancara merupakan kegiatan komunikasi lisan antara asesor dan peserta uji untuk mengetahui pemahaman dari peserta uji. Dalam uji wawancara, materi uji mencangkup kecakapan yang dimiliki dan tugas rutin di lingkungan pekerjaan.

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar II. 4 Pelaksanaan Uji Wawancara

3. Uji Praktek

   Uji Praktek merupakan suatu penilaian yang menuntut respon peserta uji berupa keterampilan melakukan suatu aktivitas sesuai dengan tuntutan kompetensi. Dalam uji praktek, materi

uji mencangkup penggunaan alat peraga, simulator, APD dan simulasi gambar.

4. Uji Kesehatan

Tes kesehatan ditujukan untuk mengetahui kondisi kesehatan peserta uji, memastikan bahwa kondisinya sehat dan sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan.

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar II. 5 Uji Kesehatan

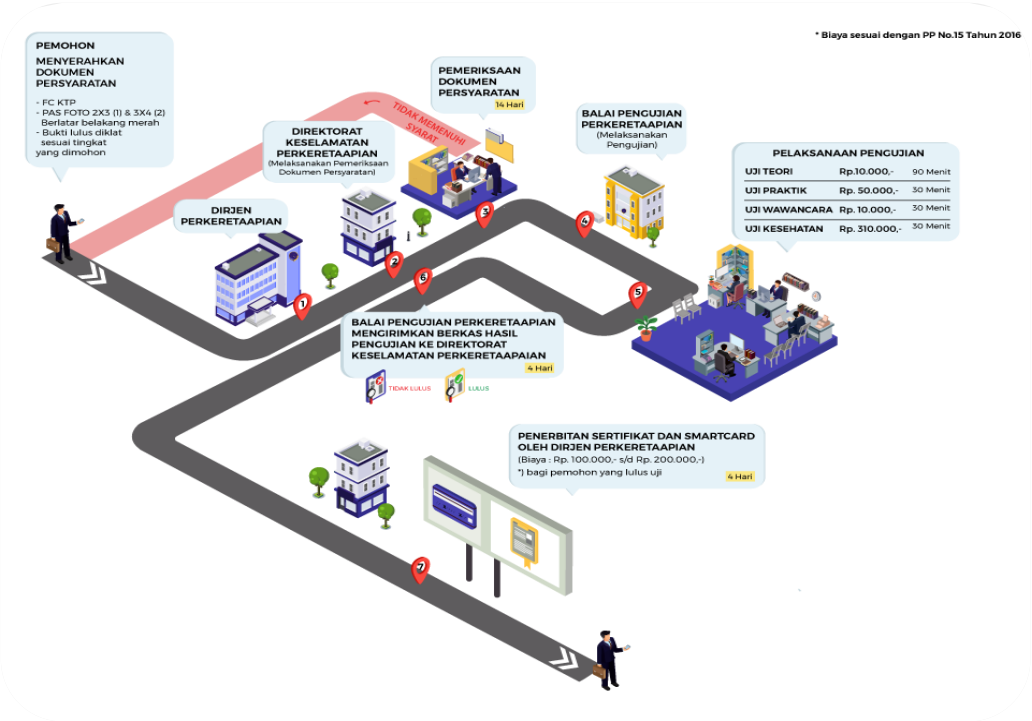
Materi Ujian disesuaikan dengan usulan jenis kecakapan atau keahlian yang diajukan untuk diuji/sertifikasi. Selain itu juga setelah proses pengujian selesai dilanjutkan dengan dilakukan survey oleh Balai Pengujian Perkeretaapian guna mengetahui tingkat kepuasan pelayanan pengujian.

2.2.2 Prosedur dan pelaksanaan pengujian SDM

Prosedur pengujian SDM perkeretaapian mempunyai beberapa tahap, diantaranya:

1. Pemohon menyiapkan berkas persyaratan sesuai dengan kompetensi yang diusulkan;
2. Pemohon menginput data scan berkas pada laman sdm.djka.dephub.go.id;

3. Direktorat Keselamatan menerima berkas dan memverifikasi berkas permohonan, berkas yang dinyatakan tidak lulus verifikasi akan dikembalikan ke pemohon;
4. Berkas yang sudah diverifikasi dan dinyatakan lulus oleh Direktorat Keselamatan, diteruskan kepada Balai Pengujian Perkeretaapian. Bagi yang dinyatakan lulus verifikasi maka pemohon akan ditagihkan pembayaran PNBP. Setelah pembayaran dilakukan Direktorat Keselamatan akan mengirim berkas pengujian kepada Balai Pengujian Perkeretaapian guna dilakukan pengujian;



Sumber: Laporan Tahunan Balai Pengujian Perkeretaapian tahun 2020

Gambar II. 6 Prosedur Pengujian SDM

5. Balai Pengujian Perkeretaapian merencanakan pengujian, menyiapkan pengujian, dan melaksanakan pengujian;

6. Setelah pengujian selesai dilaksanakan oleh Balai Pengujian Perkeretaapian, hasil pengujian langsung dikirimkan melalui sistem sdm.djka.dephub.go.id dan diterima oleh Direktorat Keselamatan;
7. Direktorat Keselamatan setelah menerima hasil pengujian menerbitkan tagihan PNBP kepada pemohon. Tagihan PNBP hanya untuk peserta yang dinyatakan lulus pengujian;
8. Direktorat Keselamatan menerbitkan sertifikat dan smartcard terhadap pemohon yang telah dibayarkan PNBP percetakan sertifikat.

2.2.3 Standar penilaian pengujian SDM Perkeretaapian

Standar penilain pengujian Sumber Daya Manusia Perkeretaapian pada tahun 2020 mengalami perubahan yaitu untuk tahun 2020 penilaian menggunakan pembobotan pada masing-masing pengajuan uji. Sedangkan pada tahun sebelumnya penilaian berdasarkan standar minimum masing-masing tahap pengujian.

Sumber : Buku Saku Tata Cara Pengujain SDM Perkeretaapian 2016

Gambar II. 7 Standar dan Proses Penilaian Uji Kompetensi SDM Perkeretaapian

PENGAJUAN BARU							
NO	JENIS KOMPETENSI	STANDAR PENILAIAN				BATAS KELULUSAN	KESEHATAN
		TEORI		PRAKTEK	WAWANCARA		
		BOBOT	BATAS REMEDIAL	BOBOT	BOBOT		
1	Awak Sarana Perkeretaapian	Bobot 30 %	<60	Bobot 40 %	Bobot 30 %	70	Wajib memenuhi persyaratan kesehatan
2	Pengatur dan Pengendali Perjalanan Kereta Api	Bobot 30 %	<60	Bobot 40 %	Bobot 30 %	70	
3	Penjaga Perlintasan Kereta Api	Bobot 30 %	<60	Bobot 40 %	Bobot 30 %	70	
4	Tenaga Pemeriksa dan Perawatan Sarana Perkeretaapian	Bobot 30 %	<60	Bobot 40 %	Bobot 30 %	70	
5	Tenaga Pemeriksa dan Perawatan Prasarana Perkeretaapian	Bobot 30 %	<60	Bobot 40 %	Bobot 30 %	70	
6	Tenaga Penguji Sarana dan Prasarana Perkeretaapian	Pembuatan Makalah Materi dan Sistematika Makalah (15 %) Penguasaan Materi Bahasan (35 %) Kemampuan Menyampaikan atau Menanggapi (35 %) Penyajian (15 %)				70	
7	Inspektur Sarana dan Prasarana Perkeretaapian					70	
8	Auditor Perkeretaapian					70	

PERPANJANGAN / NAIK GRADE							
NO	JENIS KOMPETENSI	STANDAR PENILAIAN				BATAS KELULUSAN	KESEHATAN
		TEORI		PRAKTEK	WAWANCARA		
		BOBOT	BATAS REMEDIAL	BOBOT	BOBOT		
1	Awak Sarana Perkeretaapian	Bobot 25 %	<60	Bobot 45 %	Bobot 30 %	70	Wajib memenuhi persyaratan kesehatan
2	Pengatur dan Pengendali Perjalanan Kereta Api	Bobot 25 %	<60	Bobot 45 %	Bobot 30 %	70	
3	Penjaga Perlintasan Kereta Api	Bobot 25 %	<60	Bobot 45 %	Bobot 30 %	70	
4	Tenaga Pemeriksa dan Perawatan Sarana Perkeretaapian	Bobot 25 %	<60	Bobot 45 %	Bobot 30 %	70	
5	Tenaga Pemeriksa dan Perawatan Prasarana Perkeretaapian	Bobot 25 %	<60	Bobot 45 %	Bobot 30 %	70	
6	Tenaga Penguji Sarana dan Prasarana Perkeretaapian	Pembuatan Makalah / Portofolio				70	
7	Inspektur Sarana dan Prasarana Perkeretaapian					70	
8	Auditor Perkeretaapian					70	

Sumber : Laporan tahunan seksi SDM Balai Pengujian Perkeretaapian tahun 2020

Gambar II. 8 Perubahan Standar dan Proses Penilaian Uji Kompetensi SDM Perkeretaapian

2.2.4 Peralatan pengujian SDM perkeretaapian

Pengujian Sumber Daya Manusia di Balai Pengujian Perkeretaapian dalam pelaksanaannya membutuhkan peralatan/ perlengkapan, diantaranya dapat dilihat pada **Tabel II.1**

Tabel II. 1 Inventarisasi Peralatan Pengujian SDM Perkeretaapian

No	Fasilitas	Jenis-Jenis	Keterangan		Jumlah	Kondisi	
			Ada	Tidak		Baik	Buruk
1	Simulator PPKA	Simulator Persinyalan Mekanik	v		1	v	
		Simulator Persinyalan Elektrik	v		4	v	
2	Simulator Awak Sarana Perkeretaapian	Simulator KRDI	v		1		V
		Simulator Lokomotif CC 203	v		1	v	
3	Cheeksheet	Cheeksheet Uji Praktek	v			v	
		Cheeksheet Uji Wawancara	v			v	
4	Materi Uji Kompetensi	Soal	v			v	

No	Fasilitas	Jenis-Jenis	Keterangan		Jumlah	Kondisi	
			Ada	Tidak		Baik	Buruk
		Lembar Jawaban Komputer Dan/Atau CBE	v			v	
5	Alat Pelindung Diri	Sarung Tangan	v			v	
		Handsanitizer	v			v	
		Masker	v			v	
6	Peralatan Perekam	Kamera	v		4	v	
		CCTV	v		2	v	
7	Komputer	Ruang Uji Teori	v		21	v	
		Ruang Kerja Pegawai SDM	v		7	v	
		Ruang PPKP	v		5	v	
8	Absensi Peserta Pengujian	Absensi Uji Teori	v			v	
		Absensi Uji Praktek	v			v	
		Absensi Uji Wawancara	v			v	
		Absensi Uji Kesehatan	v			v	
		Absensi Foto	v			v	
		Absensi Daftar Hadir	v			v	
9	Akses Jaringan Internet		v			v	
10	ID Card	Peserta	v			v	
		Penguji	v			v	
11	Spanduk Kegiatan		v			v	
12	Background Foto Merah		v		1	v	
13	Absensi	Tim Kesehatan	v				
		Tim Penguji	v				
14	Alat Komunikasi	Handy Talky	v		2	v	
15	Alat Peraga Pemeriksa dan Perawatan Sarana	Bogie gerbong	v		1	v	
		Peraga Sistem Pengerman Udara	v		1	v	
		Alat Uji Keretakan Gandar, Keping Roda, Rangka Bogie dan Coupler	v		2	v	
		Tight Lock Coupler	v		2	v	
		Laser Thermometer	v		5	v	
		Selang Abar+Manometer 10 atm	v		5	v	
16	Alat Peraga Penjaga Perlintasan	Bendera	v		2	v	
17		Voltage Detector 1500V DC	v		1	v	

No	Fasilitas	Jenis-Jenis	Keterangan		Jumlah	Kondisi	
			Ada	Tidak		Baik	Buruk
	Alat Peraga Pemeriksa dan Perawatan Listrik Aliran Atas	Voltage Detector 1500V AC	v		1	v	
		Earthing Test	v		2	v	
		Insulation Tester	v		2	v	
		Catenary Measuring Instrument	v		2	v	
18	Alat Peraga Pemeriksa dan Perawatan Fasilitas Operasi Kereta Api	Digital Clamp Meter	v		4	v	
		AVO meter	v		5	v	
		Osiloskop	v		4	v	
19	Alat Peraga Pemeriksa dan Perawatan Jalur dan Bangunan Kereta Api	Gauge Meter/ Spoor Mal	v		4	v	
		Rail Head Profil Gauge	v		4	v	
		Pen Puller	v		4	v	
		Jangka Sorong/ Vernie Calliper	v		10	v	
		Alat Pembuka Penambat	v		6	v	
		Garukan Balas dan Pengki	v		10	v	
		Laser Distance Meter	v		10	v	
		Hand Sign	v		6	v	

Sumber: Hasil Survey Taruna PKL PTDI-STTD Bidang SDM, 2021

2.3 Gambaran Umum Pengujian Penjaga Perlintasan Kereta Api

Dijelaskan dalam Peraturan Menteri Nomor 19 Tahun 2011 bahwa Penjaga Perlintasan Kereta Api adalah orang yang menjaga perlintasan kereta api. Setiap penjaga perlintasan kereta api bertanggung jawab terhadap keselamatan perjalanan kereta api di wilayah kerjanya dengan kompetensi dan kecakapan untuk menjaga perlintasan kereta api.

2.3.1 Pelaksanaan Pengujian di Balai Pengujian Perkeretaapian

Menurut PM 19 Tahun 2011 Tentang Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api bahwa pelaksanaan pengujian petugas terdiri dari dua pengujian yaitu uji teori dan uji praktek yang dilakukan untuk mengetahui kecapakan dan standar kompetensi dari petugas penjaga perlintasan kereta api. Agar petugas penjaga perlintasan dapat mengikuti pelaksanaan pengujian maka harus memenuhi beberapa persyaratan administrasi salah satunya adalah surat keterangan sehat

untuk memastikan bahwa petugas penjaga perlintasan kereta api dalam kondisi sehat dan prima dalam menjalankan tugasnya.

Dalam pelaksanaan pengujian petugas penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian ditambahkan dua tahap lagi dalam pengujian sehingga terdapat empat tahap pengujian yaitu uji teori, uji praktek, uji kesehatan, dan uji wawancara. Pengujian dilakukan dengan melihat berbagai aspek sebagai berikut:

1. Uji Teori

   Aspek yang diuji pada uji teori petugas penjaga perlintasan kereta api terdiri atas:

   a. Memahami dan mengetahui peraturan perundang-undangan yang berhubungan dengan operasi kereta api terutama tanda dan marka;
   b. mengetahui, memahami dan menguasai jadwal perjalanan kereta api di wilayah kerjanya;
   c. memahami, mengetahui dan menguasai wilayah kerjanya terhadap perjalanan kereta api; dan
   d. memiliki pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam melaksanakan tugas saat menjaga perlintasan kereta api.

2. Uji Praktek

   Pelaksanaan uji praktek dilakukan berdasarkan aspek sebagai berikut:

   a. mampu mengoperasikan peralatan perlintasan dan peralatan kerja lainnya;
   b. mampu dan cakap dalam mengoperasikan dan menjalankan peralatan telekomunikasi perkeretaapian;
   c. mampu dan memiliki kecakapan dalam mengambil tindakan darurat jika peralatan perlintasan kereta api tidak dapat berfungsi;

3. Uji Wawancara

   Pada tahap ini standar kompetensi yang diuji sama seperti uji teori dan praktek namun dilakukan komunikasi secara lisan untuk mengetahui pemahaman dan pengetahuan dari responden dalam uji wawancara.

4. Uji Kesehatan

   Dalam uji kesehatan, dilakukan pemeriksaan kesehatan meliputi:

   a. Pemeriksaan fisik : tinggi badan, berat badan, berat massa index (BMI), tensi darah, detak jantung, dan pemeriksana telinga.
   b. Pemeriksaan mata : visus mata, dan tes buta warna.
   c. Pemeriksaan organ dalam : ginjal dan liver.
   d. Pemeriksaan laboratorium : urine/drug test.

2.3.2 Persyaratan Penjaga Perlintasan Kereta Api

Persyaratan untuk mendapat Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api yaitu:

1. pria atau wanita;
2. sehat jasmani dan rohani;
3. lulus pendidikan minimal menengah pertama atau sederajat;
4. pegawai yang telah ditunjuk oleh penyelenggara prasarana perkeretaapian atau pemerintah daerah;
5. lulus Pendidikan dan Pelatihan Penjaga Perlintasan Kereta Api; dan
6. mengikuti pengenalan wilayah dan peralatan kerja serta tanda dan marka terlebih dahulu sesuai kebutuhan selama minimal 1 (satu) bulan.

2.3.3 Kewajiban Pemegang Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api

Untuk menunjang pelaksanaan tugas Penjaga Perlintasan Kereta Api, Penyelenggara Prasarana Perkeretaapian wajib meningkatkan kemampuan Penjaga Perlintasan Kereta Api. Pemegang Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api dalam melaksanakan tugas wajib :

1. melakukan tugas sebagai Penjaga Perlintasan Kereta Api sesuai ketentuan yang berlaku;

2. membawa tanda pengenal (Smart Card) sebagai penjaga perlintasan kereta api;
3. mengikuti pengenalan wilayah kerja terlebih dahulu di tempat kerja baru minimal 1 (satu) minggu;
4. minimal dalam waktu 2 (dua) tahun harus penjaga perlintasan kereta api; dan
5. meningkatkan kemampuan sebagai Penjaga Perlintasan Kereta Api dalam bentuk mengikuti pelatihan penyegaran dalam waktu sekurang-kurangnya 1 (satu) kali dalam 2 (dua) tahun yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian atau oleh badan hukum atau lembaga yang telah mendapat akreditasi.

2.3.4 Pengujian Penjaga Perlintasan Kereta Api di Balai Pengujian Perkeretaapian

Selama ini, untuk pengujian SDM Perkeretaapian khususnya penjaga PJL pada uji prakteknya menggunakan bendera kuning dan merah, radio telfon, dan gambar pelayanan pada PJL. Hal tersebut berakibat pada pengukuran atau penilaian kemampuan, kecakapan, dan keterampilan dari peserta uji penjaga PJL yang tidak optimal hanya menggunakan alat seadanya.

Simulasi penjaga perlintasan kereta api merupakan kegiatan untuk memberi gambaran tentang karakteristik dan fungsi dari kelakuan suatu sistem yaitu cara mengoperasikan palang pintu perlintasan sebidang dengan meniru keadaan yang sebenarnya menggunakan alat peraga menyerupai perlintasan kereta api. Oleh karena itu dengan merancang suatu alat peraga penjaga perlintasan kereta api diharapkan dapat membantu proses pengujian dalam mengukur kemampuan dan kecakapan dari peserta uji penjaga perlintasan kereta api sehingga membentuk karakter akan kondisi real dilapangan dalam mengambil tindakan.

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 1 Alat Peraga Telepon

Pesawat telepon untuk komunikasi operasi kereta api digunakan untuk melakukan komunikasi antara Pengatur Perjalanan Kereta Api dengan petugas Penjaga Perlintasan Kereta Api terkait dengan perjalanan kereta api. Alat komunikasi penjaga perlintasan kereta api ditempatkan di ruangan penjaga perlintasan dipasang di meja penjaga perlintasan yang mudah dijangkau dan dengan struktur yang kokoh.

Komunikasi penjaga perlintasan minimal memenuhi persyaratan operasi sebagai berikut:

1. harus dapat memanggil dan/atau dipanggil;
2. dapat berkomunikasi dua arah;
3. informasi yang diterima harus bersih dan jelas;
4. setiap pembicaraan harus direkam; dan
5. dilengkapi dengan sistem proteksi.

Dalam pelaksanaan uji praktek penjaga perlintasan kereta api menggunakan pesawat telepon sudah berfungsi dengan baik tanpa adanya kendala sehingga peserta uji penjaga perlintasan kereta api dapat memiliki gambaran mengenai pelaksanaan penjagaan perlintasan kereta api di lapangan.

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 2 Alat Peraga Semboyan Penjaga JPL

Semboyan berfungsi untuk memberi pesan atau tanda berupa isyarat tangan, sinyal, suara, bentuk, warna, atau cahaya yang ditempatkan pada suatu tempat tertentu dengan makna tertentu untuk mengatur dan atau mengontrol pengoperasian kereta api. Semboyan kereta api dapat berupa perintah atau larangan yang diperagakan melalui petugas/orang, atau alat berupa wujud, warna, atau bunyi meliputi isyarat, sinyal, dan tanda; atau pemberitahuan melalui markah tentang kondisi jalur, pembeda, batas, dan petunjuk tertentu.

Penjaga perlintasan kereta api wajib menguasai semboyan dalam pengoperasian perjalanan kereta api sehingga dalam pelaksanaan pengujian penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian juga dilakukan dengan menggunakan bendera kuning dan merah sebagai alat uji praktek.

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Perkeretaapian

Menurut undang-undang Nomor 23 tahun 2007 tentang Perkeretaapiam adalah satu kesatuan system yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Perkeretaapian diselenggarakan dengan tujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara massal dengan selamat, aman,nyaman,cepat dan lancar.

Perkeretaapian termasuk salah satu industri pelayanan transportasi tertua di Indonesia. Pembangunan industry kereta api dimaksudkan untuk menopang kegiatan ekonomi masyarakat Indonesia.

3.2 Perlintasan Sebidang

Menurut Peraturan Menteri Nomor PM 94 Tahun 2018 Perlintasan Sebidang adalah perpotongan antara jalan dengan jalur kereta api. Pada perpotongan sebidang antara jalur kereta api dengan jalan yang selanjutnya disebut dengan perpotongan sebidang yang digunakan untuk lalu lintas umum atau lalu lintas khusus, pemakai jalan wajib mendahulukan perjalanan kereta api.

3.2.1 Persyaratan Perlintasan Sebidang

Pengecualian terhadap perlintasan tidak sebidang dapat dibuat pada lokasi dengan ketentuan :

1. selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (*Headway*) yang melintas pada lokasi tersebut rata-rata sekurang-kurangnya 6 (enam) menit pada waktu sibuk (peak)
2. jarak perlintasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter;
3. tidak terletak pada lengkungan jalan kereta api atau tikungan jalan;

4. terdapat kondisi lingkungan yang memungkinkan pandangan bagi masinis kereta api dari as perlintasan dan bagi pengemudi kendaraan bermotor;
5. Jalan yang melintas adalah jalan Kelas III.

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar III. 1 Palang Pintu Perlintasan JPL 81

3.2.2 Penentuan Perlintasan Kereta Api

Perlintasan Kereta Api dengan jalur kereta api, terdiri dari :

1. Perlintasan kereta api yang dilengkapi dengan pintu;
   a. Otomatis

      Perlintasan sebidang yang dilengkapi dengan pintu otomatis harus memenuhi ketentuan:

      1) pintu dengan persyaratan kuat dan ringan, anti karat serta mudah dilihat dan memenuhi kriteria failsafe;
      2) pada jalan dipasang pemisah lajur;
      3) pada kondisi darurat petugas yang berwenang mengambil alih fungsi pintu.

   b. Tidak otomatis baik mekanik maupun elektrik

      Perlintasan sebidang yang dilengkapi dengan pintu tidak otomatis baik elektrik maupun mekanik harus dilengkapi dengan:

      1) Genta/isyarat suara dengan kekuatan 115 db pada jarak 1 meter.

2) daftar semboyan;
3) petugas yang berwenang;
4) daftar dinasan petugas;
5) gardu penjaga dan fasilitasnya;
6) daftar perjalanan kereta api sesuai Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA);
7) semboyan bendera berwarna merah dan hijau serta lampu semboyan;
8) perlengkapan lainnya seperti senter, kotak P3K, jam dinding;
9) pintu dengan persyaratan kuat dan ringan, anti karat serta mudah dilihat dan memenuhi kriteria failsafe untuk pintu elektrik.

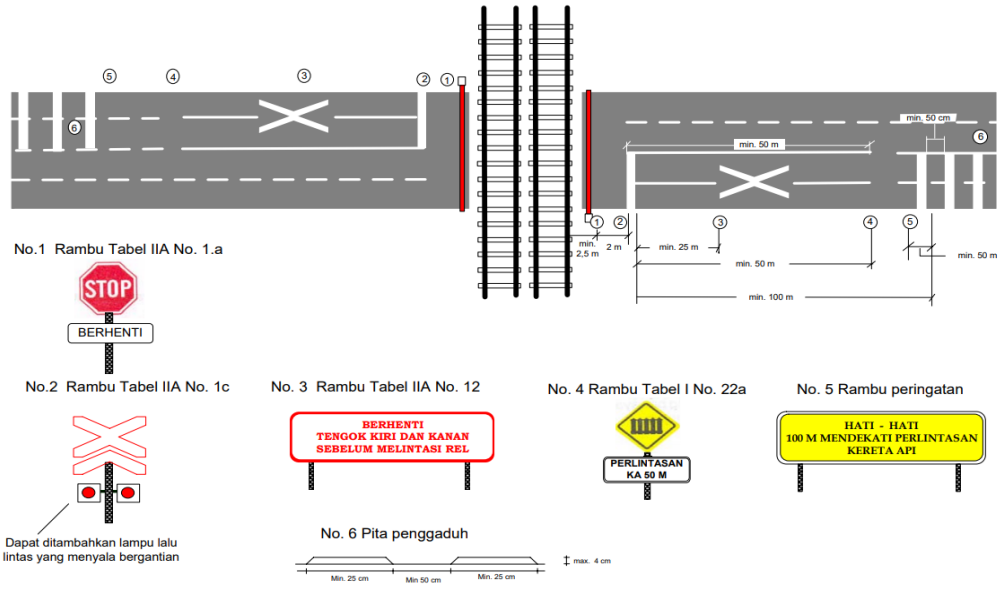
Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar III. 2 Penjaga Pintu Perlintasan Sebidang JPL 81

2. Perlintasan sebidang yang tidak dilengkapi pintu.
   a. Jumlah kereta api yang melintas pada lokasi tersebut sebanyak-banyaknya 25 kereta /hari;
   b. volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebanyak-banyaknya 1000 kendaraan pada jalan dalam kota dan 300 kendaraan pada jalan luar kota; dan

c. hasil perkalian antara volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan frekuensi kereta api sebanyak-banyaknya 12.500 smpk.

b.



Sumber : SK.770/KA.401/DRJD/2005

Gambar III. 3 Contoh Perlintasan Berpintu Pada Jalan Empat Lajur Dua Arah Dengan Jalur Ganda Kereta Api

3. Perlintasan sebidang yang tidak dilengkapi pintu harus dilengkapi dengan rambu, marka, isyarat suara dan lampu lalu lintas satu warna yang berwarna merah berkedip atau dua lampu satu warna yang berwarna merah menyala bergantian sesuai pedoman ini.
4. Isyarat lampu lalu lintas satu warna memiliki persyaratan sebagai berikut :
   a. Terdiri dari satu lampu yang menyala berkedip atau dua lampu yang menyala bergantian;
   b. Lampu berwarna kuning dipasang pada jalur lalu lintas, mengisyaratkan pengemudi harus berhati-hati
      lampu berwarna merah dipasang pada perlintasan sebidang dengan jalan kereta api dan apabila menyala mengisyaratkan pengemudi harus berhenti; dan
   c. Dapat dilengkapi dengan isyarat suara atau tanda panah pada lampu yang menunjukan arah datangnya kereta api;

d. Berbentuk bulat dengan garis tengah antara 20 sentimeter sampai dengan 30 sentimeter;
e. Daya lampu antara 60 watt sampai dengan 100 watt.

5. Tata cara pemasangan perlengkapan jalan berupa rambu, marka dan pita kejut pada perlintasan sebidang yang dilengkapi pintu dan tidak dilengkapi pintu

3.2.3 Keselamatan Perlintasan Sebidang Antara Jalur Kereta Api dan Jalan

Menurut PM 94 Tahun 2018 Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang adalah alat yang digunakan untuk mengamankan pengguna jalan dan perjalanan kereta api di perlintasan sebidang dengan menggunakan alat pendeteksi kereta api yang tidak terhubung dengan persinyalan kereta api, beroperasi secara otomatis, tanpa penjaga perlintasan sebidang kereta api, dilengkapi dengan portal pengaman pengguna jalan, isyarat lampu peringatan, isyarat suara, isyarat tulisan berjalan, pengendali utama sistem peralalatan, dan catu daya.

1. Pada perlintasan sebidang, kereta api mendapat prioritas berlalu Iintas.
    a. Perlintasan sebidang harus dilengkapi dengan:
        1) Rambu, marka dan alat pemberi isyarat lalu lintas; dan
        2) Petugas penjaga pintu perlintasan.
    b. Rambu, marka, alat pemberi isyarat lalu lintas, dan petugas penjaga pintu perlintasan.
2. Pengelolaan Perlintasan Sebidang dilakukan untuk:
    a. Perlintasan Sebidang yang telah diberi Nomor JPL oleh penyelenggara prasarana perkeretaapian yang belum dijaga dan/atau tidak berpintu;
    b. Perlintasan Sebidang yang tidak memiliki Nomor JPL, tidak dijaga, dan/atau tidak berpintu dengan lebar Jalan lebih dari 2 m (dua meter); dan
    c. Perlintasan Sebidang yang telah diberi dan/atau belum

diberi Nomor JPL, serta sudah dijaga yang belum memenuhi aspek keselamatan.

3. Perlintasan Sebidang yang tidak memiliki Nomor JPL, tidak dijaga, dan/atau tidak berpintu yang lebarnya kurang dari 2 m (dua meter) harus ditutup atau dilakukan normalisasi Jalur Kereta Api oleh penyelenggara prasarana perkeretaapian.
4. Perlintasan Sebidang yang belum terdapat dalam daftar Perlintasan Sebidang dapat dilakukan peningkatan keselamatan Perlintasan Sebidang.
5. Evaluasi Perlintasan Sebidang meliputi kegiatan:
    a. Inventarisasi kondisi Perlintasan Sebidang pada ruas Jalan dan titik persilangan;
    b. Pemenuhan aspek keselamatan Perlintasan Sebidang;
    c. Perbandingan kondisi yang ada dengan standar teknis, baik konstruksi ruas Jalan maupun konstruksi Jalur Kereta Api di Perlintasan Sebidang, serta manajemen dan rekayasa lalu lintas;
    d. Inventarisasi ketidaksesuaian antara standar dengan kondisi yang ada;
    e. Inventarisasi frekuensi dan kecepatan kereta api yang melintas di Perlintasan Sebidang;
    f. Inventarisasi rata-rata kepadatan dan kecepatan kendaraan yang melintas di Perlintasan Sebidang pada saat waktu sibuk dan waktu normal;
    g. Inventarisasi Jalan alternatif yang sudah tersedia dalam hal Perlintasan Sebidang akan ditutup untuk menjamin keselamatan perjalanan kereta api dan pengguna Jalan; dan
    h. Hal lain yang dianggap perlu dalam rangka menjamin keselamatan.

3.2.4 Peningkatan Keselamatan Perlintaan Sebidang

1. Pemberian rekomendasi peningkatan status Perlintasan Sebidang menjadi perlintasan tidak sebidang (jalan la.ya.ng/flyover atau terowongan/underpass) dan penutupan Perlintasan Sebidang harus memenuhi kriteria:
    a. Jalur Kereta Api paling sedikit memiliki 2 (dua) jalur/double track;
    b. Kecepatan kereta api yang melintas lebih dari 60 km (enam puluh kilometer) per jam;
    c. Selang waktu antara kereta api yang melintas (headway) paling lama 5 (lima) menit;
    d. Kepadatan lalu lintas Jalan di Perlintasan Sebidang cukup tinggi; dan/atau
    e. Sudah tersedia Jalan alternatif, untuk penutupan Perlintasan Sebidang.
2. Pemberian rekomendasi berupa pemasangan Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang dilakukan di semua Perlintasan Sebidang tanpa kriteria.
3. Peningkatan keselamatan Perlintasan Sebidang meliputi kegiatan pelebaran jalan di perlintasan sebidang; dan pemasangan peralatan keselamatan perlintasan sebidang. Pelebaran Jalan di Perlintasan Sebidang dapat dilakukan paling banyak menjadi 7 m (tujuh meter) untuk satu jalur. Pelebaran Jalan di Perlintasan Sebidang harus diikuti dengan:
    a. Pemasangan Peralalatan Keselamatan Perlintasan Sebidang; dan
    b. Pemasangan Perlengkapan Jalan.
4. Selain pelebaran Jalan dapat dilakukan pergeseran Perlintasan Sebidang untuk menjamin keselamatan dan kelancaran arus lalu lintas dan perjalanan kereta api dengan persyaratan sebagai berikut:
    a. Lokasi pergeseran paling jauh 100 m (seratus meter) dari lokasi awal;

b. Harus diikuti dengan pemasangan Peralalatan Keselamatan Perlintasan Sebidang;
c. Harus diikuti dengan pemasangan Perlengkapan Jalan; dan
d. Perlintasan awal harus ditutup bersamaan dengan pengoperasian perlintasan baru.

5. Pemasangan Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang dapat dilakukan apabila:
   a. Tidak mengganggu konstruksi Jalur Kereta Api;
   b. Tidak mengganggu pengoperasian kereta api;
   c. Tidak mengganggu dan tidak terhubung dengan persinyalan kereta api; dan
   d. Tidak mengganggu pandangan bebas masinis.

3.2.5 Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang

Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang berdasarkan komponen dan konstruksinya terdiri atas:

1. Portal pengaman pengguna Jalan

   Portal pengaman pengguna Jalan berfungsi untuk mengamankan pengguna Jalan agar tidak menerobos Perlintasan Sebidang

   a. Portal pengaman pengguna Jalan harus memenuhi persyaratan teknis:
      1) Terbuat dari fiber, alumunium atau material lain yang memiliki kekuatan dan ringan;
      2) Konstruksi tahan patah;
      3) Tahan terhadap korosi dan cuaca;
      4) Dapat dioperasikan secara semi manual pada saat terjadi gangguan sistem; dan
      5) Warna putih dan merah pendar cahaya.
   b. Portal pengaman pengguna Jalan harus memenuhi persyaratan penempatan dan pemasangan:
      1) Ditempatkan di sisi kiri kanan di luar Ruang Milik Jalur

Kereta Api atau dengan jarak paling sedikit 12 m (dua belas meter) dari as rel atau ditempatkan di lokasi yang tidak mengganggu pengoperasian kereta api;

2) Dipasang dengan tiang penyangga yang mampu menahan beban portal dalam keadaan tertutup dan terbuka; dan
3) Portal dalam kedudukan menutup harus berjarak lebih kurang 0,80 m (nol koma delapan puluh meter) dari permukaan Jalan umum.

c. Portal pengaman pengguna Jalan harus memenuhi persyaratan kinerja:
   1) Mampu menutup penuh lebar Jalan agar pengguna Jalan raya tidak dapat memasuki/menerobos Perlintasan Sebidang kereta api;
   2) Portal dalam keadaan terbuka/terangkat apabila terjadi gangguan peralatan keselamatan Perlintasan Sebidang;
   3) Waktu operasi membuka atau menutup antara 4 (empat) sampai dengan 7 (tujuh) detik;
   4) Gerak portal pada saat menutup tidak kontinyu tetapi secara bertahap 3 (tiga) kali;
   5) Portal dapat menutup dalam waktu 2 (dua) sampai dengan 4 (empat) detik setelah Isyarat Lampu Peringatan/Larangan, Isyarat Suara, dan isyarat tulisan berjalan/*variable message sign* (VMS) berfungsi;
   6) Portal dapat membuka dalam waktu 2 (dua) sampai dengan 5 (lima) detik setelah kereta api melewati Perlintasan Sebidang; dan g. terlihat dengan jelas oleh pengguna Jalan di segala cuaca.

2. Isyarat Lampu Peringatan/Larangan;

   Isyarat Lampu Peringatan/Larangan terdiri atas komponen utama:
   1) Luminer;

2) Tiang penyangga;
3) Bangunan konstruksi pondasi; dan
4) Kabel instalasi.

Isyarat Lampu Peringatan/Larangan harus memenuhi persyaratan kinerja:

1) Mampu memenuhi standar kuat cahaya paling rendah 650 (enam ratus lima puluh) candela;
2) Terlihat dengan jelas pada jarak paling sedikit 300 m (tiga ratus meter) oleh pengguna Jalan di segala cuaca;
3) Dapat berfungsi dalam waktu 2 (dua) sampai dengan 4 (empat) detik sebelum portal menutup; dan
4) Isyarat Lampu Peringatan / Larangan dalam keadaan menyala bergantian apabila terjadi gangguan peralatan keselamatan Perlintasan Sebidang.

3. Isyarat Suara

a. Isyarat Suara berupa sirene atau suara (announcer) yang harus memenuhi persyaratan teknis:
   1) Impedansi pengeras suara 8 (delapan) Ohm atau 16 (enam belas) Ohm ±15% (1 KHz);
   2) Daya yang masuk sebesar 30 (tiga puluh) Watt;
   3) Frekuensi respon 400 (empat ratus) Hertz sampai dengan 4.000 (empat ribu) Hertz; dan
   4) nada suara 100 (seratus) sampai dengan 115 (seratus lima belas) desibel pada jarak 1 m (satu meter).

b. Isyarat Suara harus memenuhi persyaratan kinerja:
   1) Mampu mengeluarkan kuat suara paling sedikit 66 (enam puluh enam) sampai dengan 81 (delapan puluh satu) desibel diukur pada jarak 50 m (lima puluh meter) dari tiang Isyarat Lampu Peringatan / Larangan;
   2) Mampu mengeluarkan kuat suara paling sedikit 100 (seratus) sampai dengan 115 (seratus lima belas) desibel diukur dari tiang isyarat lampu peringatan/larangan;

3) Dapat berfungsi dalam waktu 2 (dua) sampai dengan 4 (empat) detik sebelum portal menutup; dan
4) Isyarat Suara harus menginformasikan sistem sedang mengalami gangguan apabila terjadi gangguan Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang.

4. Isyarat tulisan berjalan/ variable m essage sign (VMS);
   a. Isyarat tulisan berjalan/ *variable message sign* (VMS) harus memenuhi persyaratan kinerja:
      1) Mampu menampilkan tulisan arah kedatangan kereta api;
      2) Mampu menampilkan tulisan bila terjadi gangguan teknis pada Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang;
      3) Tampilan tulisan dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan; dan
      4) Dapat berfungsi dalam waktu 2 (dua) sampai dengan 4 (empat) detik sebelum portal menutup.

5. Alat pendeteksi kereta api;

   Alat pendeteksi kereta api terdiri atas Alat pendeteksi kedatangan kereta api; dan Alat pendeteksi kereta api lewat Perlintasan Sebidang.

   a. Alat pendeteksi kereta api harus memenuhi persyaratan teknis:
      1) tidak mengganggu sistem persinyalan kereta api;
      2) harus dapat mendeteksi kedatangan kereta api sebelum perlintasan dengan jarak paling jauh 8 km (delapan kilometer);
      3) Dilengkapi dengan sistem redudansi berupa alat pendeteksi yang terdiri atas 2 (dua) sistem yang menjadi satu kesatuan sehingga apabila salah satu sistem mengalami gangguan, alat pendeteksi masih bekerja secara normal; dan
      4) Dilengkapi dengan peralatan pengamanan yang dapat mencegah tindakan vandalisme.
   b. Alat pendeteksi kereta api harus memenuhi persyaratan

penempatan dan pemasangan:

1) Dipasang dengan jarak sesuai dengan kebutuhan, dengan ketentuan portal pengaman pengguna Jalan, Isyarat Lampu Peringatan/Larangan, dan Isyarat Suara telah aktif paling sedikit 60 (enam puluh) detik sebelum kereta api melintas di Perlintasan Sebidang;
2) Alat pendeteksi kereta api dipasang di samping kiri atau kanan Jalur Kereta Api dengan jarak 12 m (dua belas meter) dari as rel atau sesuai dengan kebutuhan kondisi lapangan dengan tetap memperhatikan ruang bebas kereta api; dan
3) Alat pendeteksi kereta api lewat dipasang dengan jarak paling sedikit 5 m (lima meter) setelah Perlintasan Sebidang.

c. Alat pendeteksi kereta api harus memenuhi persyaratan kinerja:

1) dapat mendeteksi kedatangan kereta api dan kereta api lewat di Perlintasan Sebidang satu jalur atau dua jalur;
2) Dapat mengirimkan informasi ke pengendali utama (*main control*) yang berada di Perlintasan Sebidang dengan jarak paling jauh 8 km (delapan kilometer);
3) Terhubung secara otomatis dengan pengendali utama (*main control*);
4) Mampu mendeteksi kedatangan kereta api pada saat terjadi sepur salah; dan
5) Mampu membedakan objek kereta api dengan benda lainnya.

6. Pengendali utama Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang (main controller); dan

a. Pengendali utama Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang (main controller) harus memenuhi persyaratan teknis:

1) Mampu berkomunikasi dengan semua perangkat dengan alat pendeteksi kereta api, portal pengaman pengguna Jalan, Isyarat Lampu Peringatan/Larangan, Isyarat Suara, dan isyarat tulisan berjalan/ *variable message sign* (VMS);

2) Komunikasi dilakukan tanpa kabel;
3) Mampu berkomunikasi dengan *level Crossing monitoring sytem*
4) *Level Crossing Monitoring Sytem* (LCMS) merupakan server yang berfungsi untuk menyimpan data yang dikirim atau didapat dari lokasi perlintasan dan mengolahnya menjadi tampilan *dashboard* dalam bentuk *web server* yang dapat diakses melalui klien berupa komputer, laptop, dan telepon selular.
5) Mampu melakukan monitoring perangkat dan membantu pemeliharaan perangkat melalui *level Crossing monitoring* sytem (LCMS);
6) *Enclosure IP* 65 (enam puluh lima); dan
7) Dilengkapi dengan data logger yang mampu menyimpan data selama 1 (satu) tahun.

b. Pengendali utama Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang (main controller) harus memenuhi persyaratan pemasangan dan penempatan:

1) Ditempatkan dan dipasang pada tiang dengan tinggi paling sedikit 3 m (tiga meter);
2) Bangunan konstruksi pondasi cor di tempat (cast insitu) atau bangunan konstruksi pondasi cor di luar (back casting); dan
3) Dapat dipasang di tiang alat pendeteksi kereta api lewat.

3.3 Penjaga Perlintasan Kereta Api

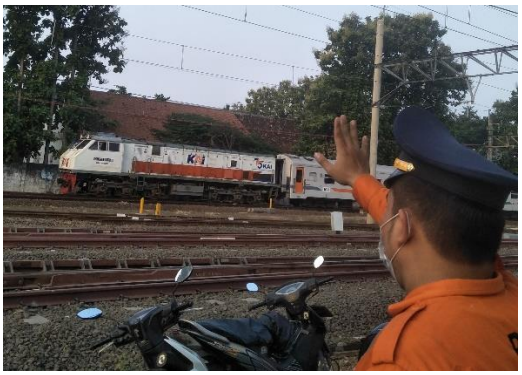
Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 19 Tahun 2011 Tentang Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api Penjaga Perlintasan Kereta Api adalah orang yang menjaga perlintasan kereta api. Menurut PD 19 Jilid I Penjaga Perlintasan Kereta Api disingkat dengan PJL. Berikut merupakan SOP Penjaga Perlintasan Kereta dari DAOP 1 Jakarta.

3.3.1 Persiapan Dinas PJL

1. PJL waktu dinas harus berpakaian dinas lengkap dengan atributnya.
2. PJL harus sudah datang 15 menit sebelum waktu serah terima.
3. PJL sewaktu serah terima harus memperhatikan situasi dan kondisi saat itu, misalnya :
   a. KA yang terlambat
   b. Posisi skip genta (sejajar tanah berarti penuh, tegak lurus berarti putaran habis harus diputar lagi).
   c. Kelengkapan barang inventaris.
4. PJL harus memperhatikan jadwal perjalanan dan jam yang terpasang di dalam JPL

3.3.2 Kewajiban PJL Selama Dinas

1. Mengamankan KA waktu lewat diperlintasan dengan menutup palang pintu menjelang KA datang dan membuka kembali setelah rangkaian terakhir atau semboyan 21 lewat.



Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar III. 4 Petugas JPL 81

2. PJL pada waktu KA melewati jalan perlintasan harus berdiri ditempat yang terlihat oleh masinis dengan memperhatikan:
   a. Semboyan 21 dirangkaian paling akhir
   b. Aba-aba yang ditunjukan awak KA
   c. Rangkaian KA kalua ada yang putus
   d. Rantai-rantai KA yang lepas / alat-alat lainnya yang membahayakan KA
   e. As panas bila dilihat asap atau percikan api.

3. PJL pada waktu dinas tidak boleh meninggalkan tempat tugasnya atau mewakilkan kepada orang lain.
4. PJL menjaga bahwa sesudah menutup palang pintu dilarang membuka palang pintu selama KA atau bagian yang dilangsir berjalan di perlintasan atau dibuka oleh orang yang tidak berhak, kecuali ada arahan langsung yang bertanggung jawab.
5. PJL harus memelihara :
    a. Rel agar selalu bersih dari batu-batu atau barang-barang lain yang membahayakan kereta api.
    b. Membersihkan alas balas, bebatuan rumput kurang lebih 100 meter kanan kiri rel.
    c. Membersihkan selokan dan saringan diwilayah kerjanya.
    d. Memelihara/merawat gardu/inventaris.
6. PJL harus melapor kepada atasannya apabila ada kekurangan atau kerusakan alat perlintasan.

3.3.3 Prosedur Pengamanan Permasalahan di JPL

1. Jika mendapatkan kerusakan jalan rel atau hal yang membahayakn KA tidak dapat diperbaiki atau disingkirkan tepat waktu.

   Langkahnya:

   PJL harus menghentikan KA dengan memasang semboyan tiga (S.3) sejauh minimal 500 meter kedua arah dan terliat oleh masinis dari jarak 600 meter, terutama kearah KA yang akan datang.
2. Apabila ada mobil mogok di perlintasan, dan KA waktunya akan lewat.

   Langkahnya:

    a. Bunyikan sirine yang pintunya elektrik
    b. Kedua arah pasang tanda skip verbodden
    c. Beritahu sopir/penumpang supaya turun
    d. Pasang semboyan tiga (S.3) minimal sejauh 500 meter kedua arah dan terliat oleh masinis dari jarak 600 meter, terutama kearah KA yang akan datang.

3. Apabila ada kendaraan yang menyerobot waktu palang pintu akan ditutup.

   Langkahnya:

   a. Terus menutup pintunya
   b. Catat nomor plat polisi kendaraan tersebut
   c. Lapor ke atasan

4. Apabila ada KA yang rangkaiannya putus/tidak ada Semboyan 21 nya.

   Langkahnya:

   a. PJL harus waspada perhatian kanan/kiri (kedua arah)
   b. Kabarkan dengan alat telekomunikasi yang ada ke stasiun terdekat dan kabarkan pula keperlintasan berikutnya.
   c. Apabila yakin ada KA putus rangkaian, Pasang semboyan tiga (S.3) minimal sejauh 500 meter kedua arah dan terliat oleh masinis dari jarak 600 meter, terutama kearah KA yang akan datang.

5. Jika pintu meragukan/gangguan lengan tidak bisa ditutup.

   Langkahnya:

   a. Pintu diikat bagian bawah
   b. PJL melayani dengan alam/lampu sirine
   c. PJL memberi semboyan dengan bendera merah/lampu handsein/tanda verbodden ditengah jalan kendaraan umum berhenti.
   d. PJL segera lapor ke atasannya.

3.3.4 Jenis Sertifikat Penjaga Perlintasan Kereta Api Berdasarkan PM 19 Tahun 2011

1. Setiap Penjaga Perlintasan Kereta Api bertanggung jawab terhadap keselamatan perjalanan kereta api di wilayah kerjanya.
2. Penjaga Perlintasan Kereta Api memiliki kompetensi dan kecakapan untuk menjaga perlintasan kereta api.
3. Penjaga Perlintasan Kereta Api harus memenuhi standar kompetensi yang terdiri atas:

a. mengetahui dan memahami peraturan perundang-undangan yang terkait dengan operasi kereta api terutama tanda dan marka;
b. mampu mengoperasikan peralatan perlintasan dan peralatan kerja lainnya;
c. mengetahui, memahami dan menguasai jadwal perjalanan kereta api di wilayah kerjanya;
d. mampu dan cakap mengoperasikan peralatan telekomunikasi perkeretaapian;
e. mampu dan cakap mengambil tindakan darurat dalam hal peralatan perlintasan kereta api tidak berfungsi;
f. mengetahui, memahami dan menguasai wilayah kerjanya terhadap perjalanan kereta api; dan
g. pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam menjaga perlintasan kereta api

4. Pemegang Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api, memiliki kewenangan :
   a. mengoperasikan peralatan pintu perlintasan dan peralatan kerja lainnya;
   b. mengatur atau menghentikan sementara kendaraan yang akan melintasi jalur perjalanan kerta api;dan
   c. mengambil tindakan darurat dalam hal peralatan perlintasan kereta api tidak berfungsi.

3.4 Komponen Alat Peraga

Dalam perancangan alat peraga penjaga perlintasan kereta api ini akan dibahas teori penunjang dan komponen yang digunakan.

1. Resistor

   Resistor sering disebut tahanan atau penghambat, adalah suatu komponen elektronik yang dapat menghambat gerak lajunya arus listrik. Resistor disingkat dengan huruf "R" (huruf R besar). Satuan resistor adalah Ohm, yang menemukan adalah George Ohm (1787-

1854), seorang ahli Fisika bangsa Jerman. Tahanan bagian dalam ini dinamai Konduktansi. Konduktansi suatu komponen adalah pengukuran seberapa mudah arus dapat mengalir melalui komponen. Konduktansi didefinisikan sebagai kebalikan dari resistansi.

2. Transistor

Transistor aalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, pemotong (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.

3. Kapasitor

Kapasitor merupakan sebuah komponen dasar elektronika yang banyak digunakan pada komponen elektronika karena kapasitor berfungsi untuk menyimpan muatan listrik secara sementara waktu untuk kemudian dilepaskan. Besar muatan yang dapat ditampung oleh sebuah kapasitor disebut dengan kapasitansi kapasitor, yang dinyatakan dalam satuan Mikro Farad.

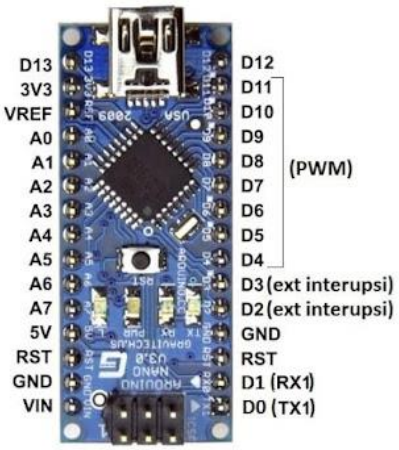
4. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem computer yang seluruh atau sebagian komponennya dirangkai dalam satu chip IC sehingga sering disebut dengan *single chip microcomputer.* Secara teknis ada dua mikrokontroler yaitu RISC (*Reduced Instruction Set* Computing) dan (*Complex Instruction Set Computer*) Mikrokontroler merupakan suatu sistem komputer yang mempunyai satu atau berbagai fungsi yang sangat spesifik. (Anna Nur, 2010).

a. Arduino Nano

Arduino ini merupakan sebuah *board microcontroller* yang didasarkan pada ATmega328. Arduino nano memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, sangat mudah

menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB dan menyuplainya dengan sebuah *adaptor* AC (*Alternating Current*) ke DC (*Direct Current*). ATmega328 pada Arduino nano dirancang dengan sebuah *bootloader* sehingga memiliki kemampuan untuk menggunggah kode bar ke ATmega328 tanpa menggunakan program *hardware* eksternal (Muhammad Ichwan, 2013).



Sumber : KelasRobot "Arduino Nano", 2021

Gambar III. 5 Mikrokontroler Arduino Nano

Spesifikasi Arduino :

Ukuran board 4,5mm x 18 mm, Arduino nano memiliki tegangan kerja 5 Volt dengan tegangan input optimal sebesar 7-12 Volt. Dilengkapi digital pin I/O berjumlah 14 pin dan 8 analog pin serta memiliki arus listrik maksimum 40 mA dengan 32Mbyte untuk Arduino Nano.

b. Bahasa Pemrograman C ++

Bahasa Pemrograman adalah bahasa buatan yang digunakan untuk mengendalikan perilaku dari sebuah mesin, biasanya berupa mesin komputer, sehingga dapat digunakan untuk memberitahu komputer tentang apa yang harus dilakukan (Windarto, dkk. 2016).

Dalam dunia pemrograman ada banyak sekali bahasa pemrograman yang bisa digunakan sesuai dengan kegunaan dan aplikasi yang digunakan.

Untuk pemrograman pada mikrokontroler Arduino nano menggunakan jenis pemrograman bahasa C++. Pemrograman digunakan sehingga perangkat berupa HC-SR04, LCD dan kontrol lainnya dapat aktif.

1) *Void setup ()*

   Berisi kode program yang dapat dijalankan hanya sekali sesaat setelah *microcontroller* dioperasikan atau di-*reset*.

2) *Void loop ()*

   Berisi kode yang dapat digunakan untuk melaksanakan program yang dioperasikan terus-menerus.

3) Instruksi percabangan *if* dan *if-else*

   Intruksi (*if*) dan (*if-else*) akan menguji apakah suatu kondisi tertentu telah terpenuhi atau belum terpenuhi. Jika tidak dipenuhi, maka instruksi berikutnya akan terlewati, tetapi jika dipenuhi, maka instruksi berikutnya akan tetap berjalan.

4) Instruksi perulangan *for-loop*

   Perulangan (*for-loop*) akan membuat perulangan pada bloknya dalam jumlah tertentu, yaitu sebanyak nilai *counter*-nya.

5) *Input output digital*

   a) *pinMode()*

      ditempatkan pada *void setup(),* digunakan untuk mengatur sebuah kaki *I/O digital,* sehingga dapat dijadikan *INPUT* atau *OUTPUT*

   b) *digitalRead()*

      digunakan untuk membaca sinyal *digital* yang masuk

   c) *digitalWrite()*

      digunakan untuk mengeluarkan sinyal *digital*

6) Komunikasi

   a) Instruksi *serial.avaible()*

      Difungsikan untuk menerima jumlah karakter atau *byte* yang diterima pada *serial port.*

b) Instruksi *serial.read()*
Difungsikan untuk membaca dan mengetahui data yang diterima pada*serial port.*

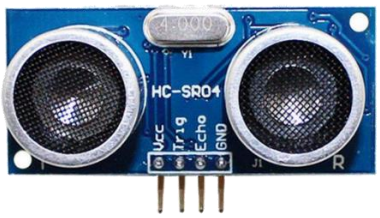
c) Instruksi *serial.print()*
Difungsikan untuk menginput data ke *serial port.*

d) Instruksi *serial.write()*
Difungsikan untuk menghantarkan data dalam bentuk *biner,* 1 *byte* data dalam setiap pengiriman.

e) Intruksi *serial.begin()*
Digunakan untuk mengatur *baundrate* atau kecepatan

5. Sensor

D Sharon, dkk (1982), mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi atau gejala-gejala seperti energi listrik, energi mekanik, energi fisika, energi biologi, energi kimia, dan sebagainya. Sensor juga dapat didefinisikan sebagai perangkat yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisika atau kimia menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu (Hiskia,2007).



Sumber : andalanelektro.id, 2021

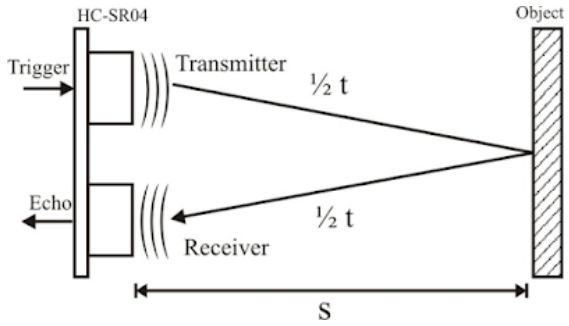
Gambar III. 6 Sensor HC-SR04

Fungsi Pin Sensor HC-SR04

a. VCC = 5V *Power Supply*. Pin sumber tegangan positif sensor.
b. *Trigger* = *Trigger*/Penyulut. Pin ini yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik.

c. *Echo* = *Receive*/Indikator. Pin ini yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik.
d. GND = *Ground*/0V Power Supply. Pin sumber tegangan negatif sensor.

HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu *ultrasonic transmitter* dan *ultrasonic receiver*. Fungsi dari *ultrasonic transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian *ultrasonic receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek.



Sumber : andalanelektro.id, 2021

Gambar III. 7 Waktu Tempuh Gelombang Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 pada dasarnya digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek di depannya dengan jangkauan 3 cm sampai 3 meter. Prinsip kerja HC-SR04 adalah transmitter memancarkan seberkas sinyal ultrasonik (40KHz) berbentuk *pulsatic*, kemudian jika di depan SRF04 ada objek padat maka *receiver* akan menerima pantulan sinyal ultrasonik tersebut. *Receiver* akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran. Melalui pengukuran tersebut, jarak objek di depan sensor dapat diketahui.

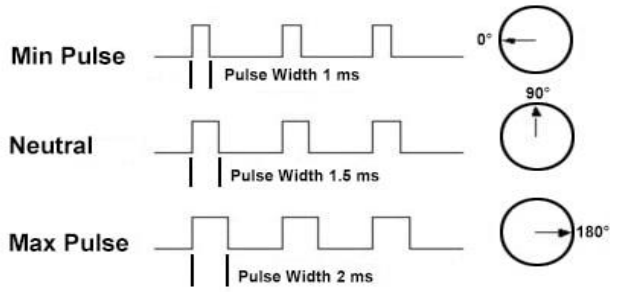
6. Motor *Servo* DC

Motor *Servo* merupakan motor listrik dengan menggunakan sistem *closed loop*. Sistem tersebut digunakan untuk mengendalikan akselerasi dan kecepatan pada sebuah motor listrik dengan keakuratan tinggi. Selain itu, motor servo biasa digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi mekanik melalui interaksi dari kedua medan magnet permanen.

Motor SV pada umumnya terdiri dari motor DC, sistem kontrol, dan potensiometer (*encoder*). Motor berfungsi sebagai penggerak roda gigi agar dapat memutar potensiometer dan poros *output*-nya secara bersamaan. Potensiometer atau *encoder* berfungsi sebagai sensor yang akan memberikan sinyal umpan balik ke sistem kontrol untuk menentukan posisi targetnya. Jika sistem kontrol mendeteksi posisi target pada motor servo sudah benar, maka putarannya secara otomatis akan berhenti. Namun, jika posisi target atau sudutnya belum tepat maka motor servo akan diubah posisinya sampai benar.

Prinsip Kerja Motor *Servo* :

Pada dasarnya, Motor SV dapat berfungsi berdasarkan lebar sinyal modulasi (*Pulse Wide Modulation* – PWM) yang menggunakan sistem kontrol. Lebar sinyal yang diberikan ini akan menentukan posisi sudut putaran pada poros motor servo.



Sumber : jameco.com Prinsip Kerja Servo, 2021

Gambar III. 8 Prinsip Kerja Motor SV-DC

Pada gambar diatas, lebar sinyal dengan waktu 1,5 ms akan segera memutar poros motor servo ke posisi sudut 90º. Selain itu,

sistem kontrol akan mendeteksinya. Jika sinyal lebar kurang dari 1,5 ms maka porosnya akan berputar ke arah 0º atau ke kiri (berlawanan arah jarum jam).

Sedangkan jika sinyal lebih lama dari 1,5 ms maka porosnya akan berputar ke arah posisi 180º atau ke kanan (searah dengan jarum jam). Ketika sinyal lebar telah diberikan, maka poros pada motor SV-DC akan bergerak dan bertahan sesuai dengan posisi yang sudah ditargetkan.

Jika ada *input* eksternal yang ingin memutar atau mengubah posisinya, maka sistem *closed loop* akan langsung bekerja dengan menahannya. Namun, psosisi motor servo tidak mampu bertahan selamanya. Sinyal PWM harus diulang setiap 20 ms agar posisi poros motor servo dapat selalu menahannya. Dengan memanfaatkan sistem *closed loop*, maka poros motor servo akan tetap diposisi idealnya secara otomatis.

7. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* sama dengan *loud speaker, buzzer* terdiri dari kumparan yang dipasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut mengalir arus sehingga menjadi electromagnet, kumparan tadi akan tertarik keluar atau kedalam, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan ini dipasang pada diafragma maka setiap Gerakan kumparan udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasanya digunakan sebagai penentu bahwa proses telah selesai atau telah terjadi suatu kesalahan pada alat yang ada (alarm) (Lena dan Putrawan, 2014).

8. Adaptor/*Power Suply*
   a. Adaptor DC *converter*

merupakan adaptor yang bisa mengonversi tegangan DC yang besar menjadi tegangan DC yang lebih kecil. Contohnya tegangan 20 VDC jadi 10 VDC.

b. Adaptor *step up* dan *step down*

Adaptor *step up* yaitu adaptor yang dapat mengonversi tegangan AC yang kecil jadi tegangan AC yang lebih besar. Sebagai contohnya tegangan 110V jadi tegangan 220V. Adaptor *step down* yaitu adaptor yang dapat mengubah tegangan AC yang besar jadi tegangan AC yang kecil. Sebagai contohnya tegangan 220V menjadi tegangan 110V.

c. Adaptor *power supply*

Merupakan adaptor yang dapat mengubah tegangan listrik AC yang besar menjadi tegangan DC yang lebih kecil. Sebagai contohnya tegangan 220V AC jadi tegangan 6V, 9V, atau 12V DC

3.5 Metode *Research & Development*

Menurut Richey and Klein (2007), pengembangan adalah proses penerjemahan spesifikasi desain ke dalam bentuk fisik yang berkaitan dengan desain belajar sistematik, pengembangan dan evaluasi memproses dengan maksud menetapkan dasar empiris untuk mengkreasikan produk pembelajaran dan non-pembelajaran yang baru atau model peningkatan pengembangan yang sudah ada. Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut agar dapat berfungsi di masyarakat maka diperlukan penelitian untuk menguji keefektifan produk tersebut.

Menuru Sugiono (2011), Penelitian dan pengembangan (R&D) pada dasarnya memiliki dua tujuan utama, yaitu menghasilkan atau mengembangkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Hasil dari penelitian pengembangan tidak hanya pengembangan sebuah produk yang sudah ada melainkan juga untuk menemukan pengetahuan atau jawaban atas permasalahan praktis (Borg and Gall, 1989).

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

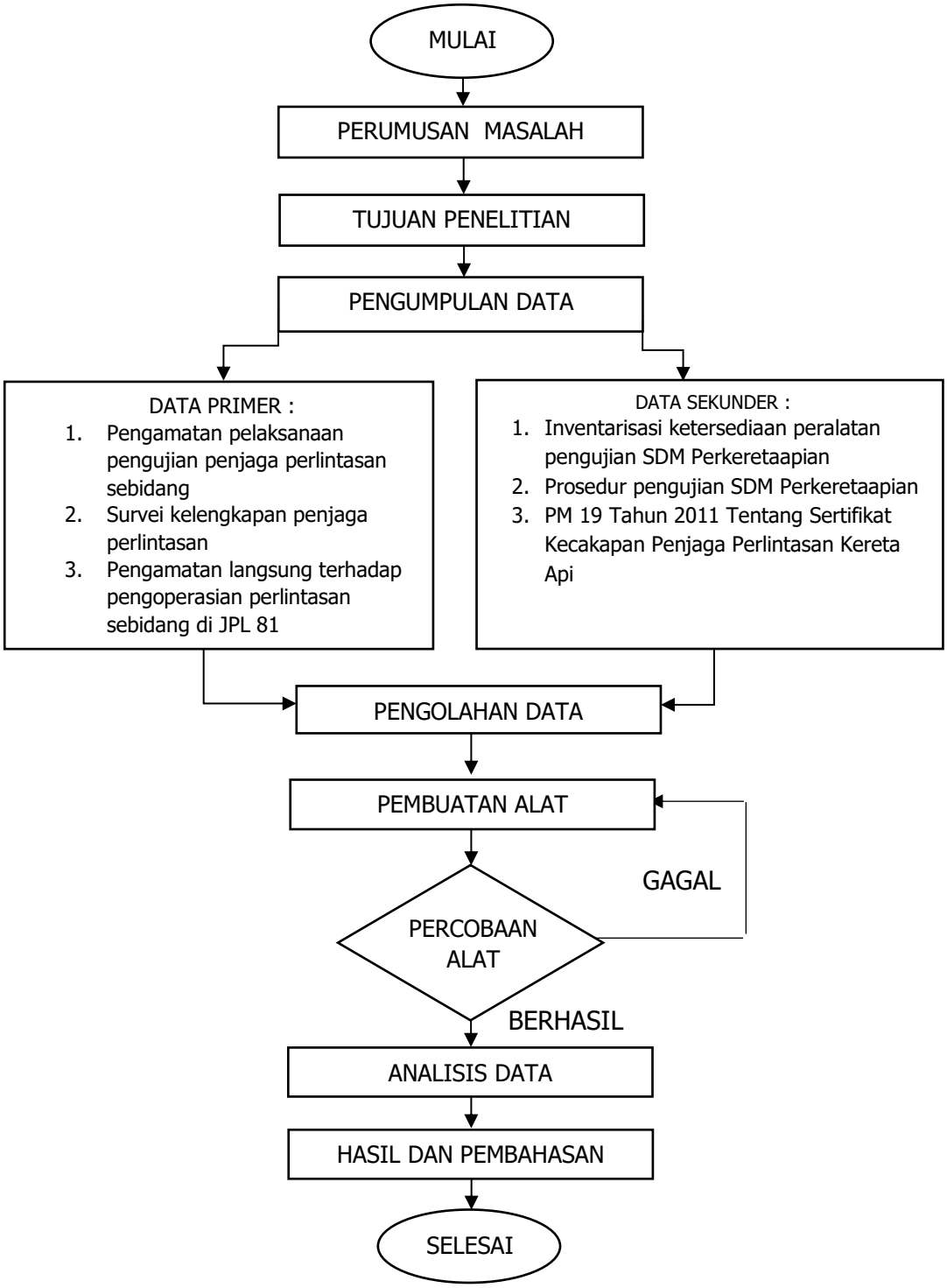
4.1 Alur Pikir Penelitian

Alur pikir merupakan suatu metode dalam menjelaskan suatu permasalahan yang ada supaya dapat ditemukan penyelesaian. Alur pikir pada penelitian ini merupakan rencana penyelesaian identifikasi masalah dalam KKW ini mengenai "Purwarupa Rancang Bangun Alat Peraga Penjaga Perlintasan Kereta Api". Pada alur penelitian ini, terdapat proses-proses penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan maksud dan tujuan dilakukannya analisa serta menentukan ruang lingkup dan batasan-batasan permasalahan dari penelitian yang dilakukan.
2. Mengumpulkan data-data yang diperlukan serta mendukung penelitian yang dilakukan baik data sekunder maupun data primer.
3. Mengidentifikasi permasalahan yang ada dan melakukan pengolahan data dengan melihat kondisi dan keadaan yang ada di lapangan.
4. Merekomendasikan usulan pemecahan masalah berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan.
5. Merancang dan mengembangkan alat peraga PJL sebagai penunjang dalam pengujian SDM Perkeretaapian di Balai Pengujian Perkeretaapian
6. Melakukan evaluasi dari hasil pemecahan masalah berdasarkan hasil analisia yang telah dilakukan.
7. Menentukan hasil analisis dan pemecahan masalah yang telah dilakukan.

4.2 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir merupakan tahapan – tahapan kegiatan yang terkait dengan penelitian dari awal studi hingga akhir studi. Untuk lebih memudahkan maka dapat dilihat pada bagan alir dibawah ini :



Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian

4.3 Teknik Pengumpulan Data

4.3.1 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi maupun sumber luar yang berkaitan dengan suatu badan Lembaga. Maka dari itu, data sekunder yang digunakan yaitu peraturan – peraturan dari undang - undang, Peraturan Menteri, dan *datasheet* alat.

4.3.2 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan melakukan pengamatan atau survei langsung di lapangan mengenai kondisi yang ada, adapun data primer yang diperlukan, yaitu data atau variable nilai keluaran dari alat dalam keadaan normal. Untuk mendapatkan nilai keluaran dari alat maka di perlukan beberapa tahapan penelitian, yaitu:

1. Tahap persiapan

   Tahap persiapan merupakan tahapan awal dalam melakukan penelitian. Pada tahap ini, penulis melakukan observasi literature untuk melengkapi data-data penyusunan secara tertulis sebagai bahan penunjang dalam penelitian dengan cara mempelajari, meneliti, dan menelaah sumber referensi lainnya yang berkaitan dengan topik dan tema penelitian. Pengamatan langsung dilakukan mengenai palang pintu kereta yang ada di daerah Bekasi sebagai referensi dari alat peraga pengujian penjaga perlintasan kereta api.

2. Tahap perancangan.

   Pada tahap ini merupakan tahap dalam perancangan alat, yang terdiri dari perancangan *hardware* dan *software* alat. Penelitian yang dilakukan membuat blok diagram rangkaian dari alat peraga pengujian penjaga perlintasan kereta api.

   Dalam merancang miniatur alat peraga pengujian perlintasan kereta api menggunakan Arduino ini terdiri dari 2 bagian yaitu:

   a. Perangkat Keras (*Hardware*) :
      1) Sistem *microcontroller* ATmega328 (Arduino nano) sebagai sistem pengolah *input/output.*
      2) Sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi kedatangan kereta.

3) Motor DC berfungsi untuk membuka dan menutup palang pintu.
4) *Buzzer* sebagai alarm penanda bahwa akan ada kereta yang melintasi perlintasan.
5) Rangkaian papan kontrol alat peraga penjaga perlintasan kereta api secara manual dan otomatis
6) LCD yang berfungsi untuk menampilkan status arah kereta datang
7) Rangkaian *power supply* sebagai sumber tenaga.

b. Perangkat Lunak (*Software*)
1) *Software* Arduino IDE

3. Tahap perwujudan alat

Pada tahapan ini alat yang sudah dirancang sesuai dengan perencanaan dan siap untuk di uji. Pada tahap awal merancang suatu program mikrokontroler yang dapat menggerakan motor DC, sebagai pendeteksi sensor bila adanya objek untuk memberikan informasi peringatan dini yaitu alarm pada alat peraga pengujian perlintasan kereta api.

4. Tahap pengujian system

Dalam pengujian yang dilakukan menggunakan sebuah objek kereta api yang melintas di perlintasan kereta api yang melewati sebuah palang pintu. Untuk tahap ini yaitu menguji sensor bekerja dengan baik, selain itu juga melakukan pengujian pada sistem kontrol mikrokontroler dan output yang digunakan berjalan dengan baik serta sesuai perintah dari sistem kontrol.

5. Analisa data

Tahap ini merupakan tahap untuk mengolah data hasil pengujian alat dan mengukur tingkat keberhasilan alat serta menjelaskan tentang cara pengoperasian dari alat peraga penjaga perlintasan kereta api.

4.4 Teknik Analisis Data

Penelitian ini dilakukan untuk menunjang proses pengujian SDM di Balai Pengujian Perkeretaapian khususnya pelaksanaan uji praktek penjaga perlintasan kereta api. Sehubungan dengan hal tersebut, maka dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau R&D). Penelitian dan pengembangan (R&D) pada dasarnya memiliki dua tujuan utama, yaitu menghasilkan atau mengembangkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

Dalam penelitian ini, tujuan akhirnya adalah adanya suatu produk yang berfungsi sebagai alat peraga pengujian penjaga perlintasan kereta api dan menguji hasil kinerja fungsional dari alat tersebut agar layak operasi untuk digunakan sebagai media bantu pengujian SDM Perkeretaapian. Penelitian ini juga menggunakan analisis perbandingan deskriptif yaitu dengan membandingkan pemilihan komponen yang akan digunakan sebagai penyusun dari sistem yang akan dirancang dalam alat peraga pengujian penjaga perlintasan kereta api.

4.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian

Waktu penelitian adalah tempo atau lamanya dalam melakukan penelitian. Adapun penelitian dilaksanakan selama menjalankan Praktek Kerja Lapangan. Dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib dilaksanakan saat menjalani Praktek Kerja Lapangan terhitung tanggal 1 Maret 2021 – 30 Juli 2021 di Balai Pengujian Perkeretaapian Bekasi.

Tabel IV. 1 Jadwal Penelitian

No.	Uraian Kegiatan	Mei				Juni				Juli				Agustus			
		Minggu Ke															
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penetuan Judul KKW Oleh Dosen Pembimbing																
2	Pengumpulan Data																
3	Pengolahan Data																
	Proses Bimbingan																
4	Penyusunan KKW																
5	Pengumpulan KKW																
6	Sidang KKW																

Sumber:Analisis Penulis, 2021

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN RANCANGAN

5.1 Pengujian Penjaga Perlintasan Kereta Api di Balai Pengujian Perkeretaapian

Pengujian SDM Perkeretaapian di Balai Pengujian Perkeretaapian melaksanakan beberapa jenis kompetensi pengujian salah satunya adalah pengujian penjaga perlintasan kereta api. Setiap penjaga perlintasan kereta api bertanggung jawab terhadap keselamatan perjalanan kereta api di wilayah kerjanya dengan kompetensi dan kecakapan untuk menjaga perlintasan kereta api yang terdiri atas:

1. mengetahui dan memahami peraturan perundang-undangan yang terkait dengan operasi kereta api terutama tanda dan marka;
2. mampu mengoperasikan peralatan perlintasan dan peralatan kerja lainnya;
3. mengetahui, memahami dan menguasai jadwal perjalanan kereta api di wilayah kerjanya;
4. mampu dan cakap mengoperasikan peralatan telekomunikasi perkeretaapian;
5. mampu dan cakap mengambil tindakan darurat dalam hal peralatan perlintasan kereta api tidak berfungsi;
6. mengetahui, memahami dan menguasai wilayah kerjanya terhadap perjalanan kereta api; dan
7. pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam menjaga perlintasan kereta api.

5.1.1 Prosedur Sertifikasi Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api

Permohonan untuk memperoleh Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api dapat diajukan oleh unit tempat kerja pemohon bekerja yang dapat diajukan kepada Direktur Jenderal dengan melampirkan :

1. surat keterangan sehat dari dokter umum;
2. foto kopi Surat Tanda Tamat Belajar (STTB)/Ijazah yang dilegalisir;
3. foto kopi Kartu Tanda Penduduk (KTP) yang masih berlaku;
4. pas foto berwarna terbaru dengan latar belakang merah serta berukuran 2 em x 3 em sebanyak 1 (satu) lembar dan 3 em x 4 em sebanyak 2 (dua) lembar;
5. tanda bukti lulus mengikuti pendidikan dan pelatihan sesuai dengan bidang yang dimohon; dan
6. foto kopi Sertifikat yang dimiliki (untuk pemohon perpanjang dan peningkatan kecakapan); atau
7. Surat Keterangan Kehilangan dari Kepolisian (untuk penggantian yang hilang); atau
8. Sertifikat yang rusak (untuk penggantian yang rusak).

Penyelenggaraan ujian untuk memperoleh Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api oleh Direktorat Jenderal setelah pemohon minimal 20 (dua puluh) orang dan dilaksanakan selambat-lambatnya 14 (empat belas) hari kerja setelah diterimanya berkas permohonan secara lengkap. Uji Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api terdiri atas:

1. Uji Teori
2. Uji Kesehatan
3. Uji Wawancara
4. Uji Praktek

5.1.2 Kondisi Saat Ini

Selama ini, untuk pengujian SDM Perkeretaapian khususnya penjaga PJL pada uji prakteknya menggunakan bendera kuning dan merah, radio telfon, dan gambar pelayanan pada PJL. Hal tersebut berakibat pada pengukuran atau penilaian kemampuan, kecakapan, dan keterampilan dari peserta uji penjaga PJL yang tidak optimal hanya menggunakan alat seadanya.

Simulasi penjaga perlintasan kereta api merupakan kegiatan untuk

memberi gambaran tentang karakteristik dan fungsi dari kelakuan suatu sistem yaitu cara mengoperasikan palang pintu perlintasan sebidang dengan meniru keadaan yang sebenarnya menggunakan alat peraga menyerupai perlintasan kereta api. Oleh karena itu dengan merancang suatu alat peraga penjaga perlintasan kereta api diharapkan dapat membantu proses pengujian dalam mengukur kemampuan dan kecakapan dari peserta uji penjaga perlintasan kereta api sehingga membentuk karakter akan kondisi real dilapangan dalam mengambil tindakan.

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 3 Pelaksanaan Uji Praktek Penjaga JPL

5.1.3 Standar Peralatan Pendukung Pengujian Penjaga Perlintasan Sebidang

Dalam setiap pelaksanaan pengujian SDM Perkeretaapian diperlukan adanya peralatan pendukung di 4 tahap pengujian baik uji teori, uji kesehatan, uji wawancara, dan uji praktek. Salah satunya adalah dengan menggunakan simulator atau alat peraga dalam uji praktek. Melalui penggunaan simulator, para peserta uji dapat menerapkan kemampuan dan kecapakan dalam mengoperasikan alat dengan karakteristik dan fungsi yang mirip atau serupa dengan alat yang sebenarnya.

Oleh karena itu, dalam merancang alat peraga pengujian penjaga perlintasan kereta api menggunakan standar dan ketentuan komponen berdasarkan PM 94 Tahun 2018 tentang Keselamatan Perlintasan Sebidang Antara Jalur Kereta Api Dengan Jalan sebagai acuan dalam

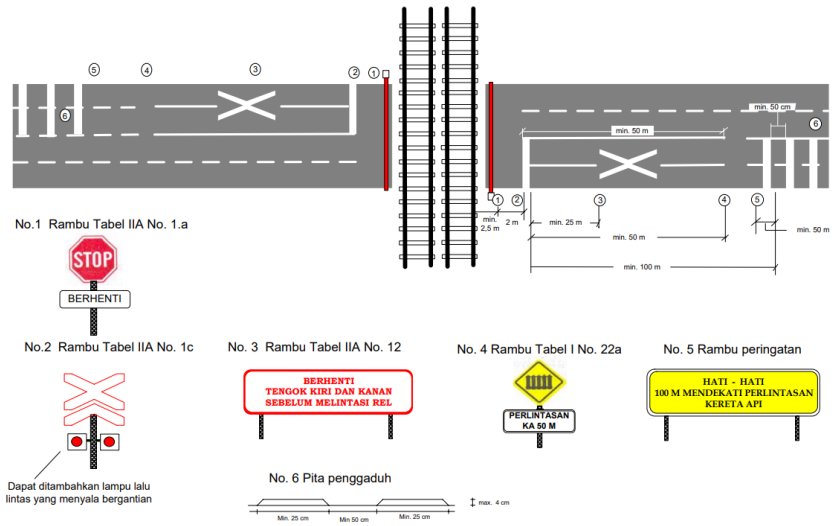
standar peralatan pendukung pengujian penjaga perlintasan sebidang. Untuk desain rancangan sesuai Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat SK.770/KA.401/DRDJ/2005 sebagai simulator versi mini dari yang aslinya dan pada meja pelayanan pengoperasian perlintasan sebidang mengambil desain bentuk dan fungsi sesuai dengan perlintasan sebidang resmi dijaga yang ada di JPL 81 Bekasi.

Dengan adanya simulator atau alat peraga ini maka pelaksanaan uji praktek SDM Perkeretaapian menjadi optimal dikarenakan kemampuan, kecakapan, dan pemahaman terkait kompetensi yang diujikan dapat terukur oleh penguji atau asesor.

Tabel V. 1 Standar Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang

No.	Nama Peralatan	Ketersediaan di Balai uji	
		Ada	Tidak Ada
1	Portal pengaman pengguna Jalan		V
2	Isyarat Lampu Peringatan/Larangan		V
3	Isyarat Suara		V
4	Isyarat tulisan berjalan		V
5	Alat pendeteksi kereta api		V
6	Pengendali utama Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang		V
7	Catu daya.		V

Sumber : PM 94 Tahun 2018



Sumber : SK.770/KA.401/DRDJ/2005

Gambar V. 4 Perlintasan Berpintu Pada Jalan Empat Lajur Dua Arah Dengan Jalur Ganda Kereta Api

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 5 Meja Pelayanan JPL 81

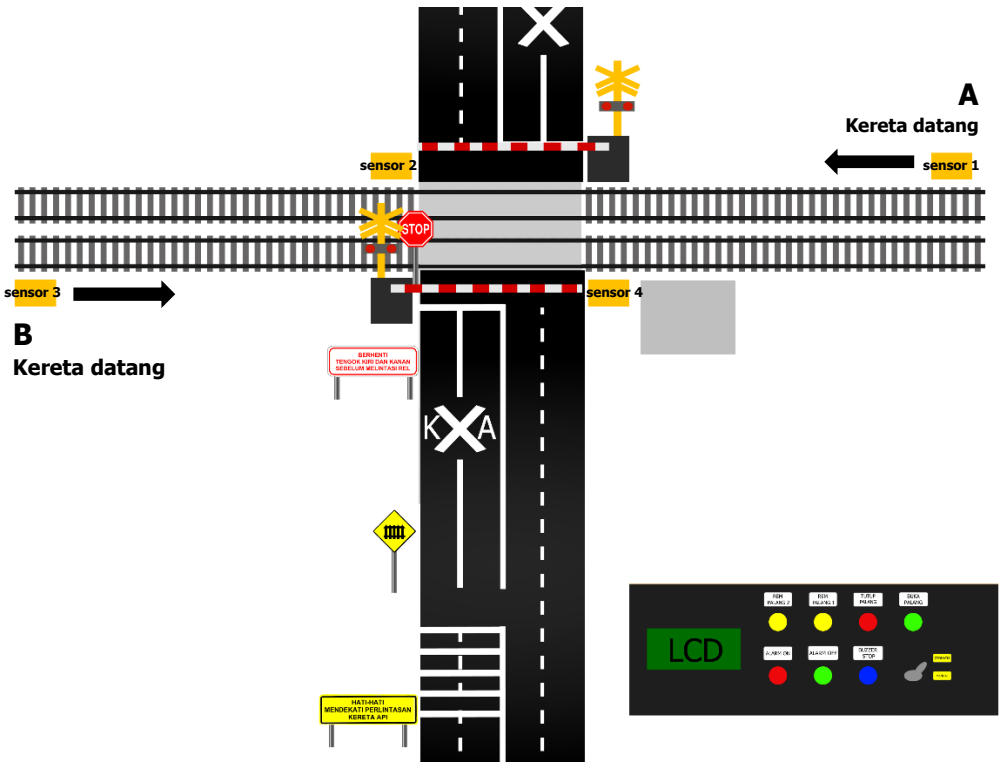
5.2 Perancangan Alat Peraga Penjaga Perlintasan Kereta Api

Perancangan alat peraga penjaga perlintasan kereta api ini memiliki beberapa tahap dalam pembuatannya yaitu :

1. Pembuatan dan perencanaan rancang bangun alat peraga penjaga perlintasan kereta api

2. Penyusunan rangkaian sistem palang pintu perlintasan kereta api yaitu rangkaian modul sensor ultrasonic HC-SR04, *power supply*, dan LCD, dan motor servo.
3. Pembuatan perangkat pelindung berupa papan kontrol manual otomatis, tampilan LCD dan papan sebagai miniature alat peraga penjaga perlintasan kereta.
4. Penyusunan pemrograman.

Tahapan tersebut saling berkaitan, oleh karena itu tahapan tersebut harus dilakukan dalam melakukan pembuatan alat peraga penjaga perlintasan kereta api menggunakan Arduino nano.



Sumber : Analisis Penulis, 2021

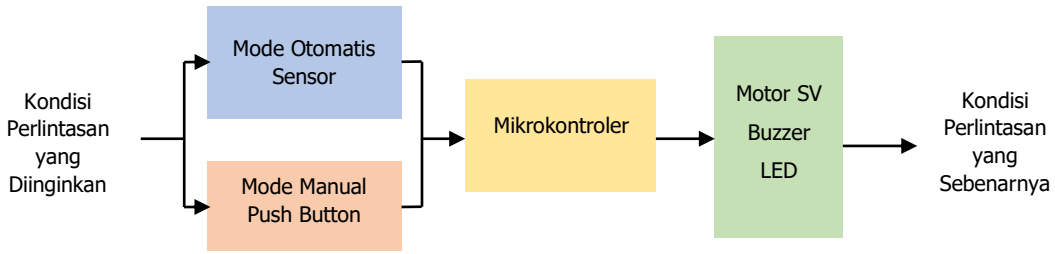
Gambar V. 6 Desain Miniatur Alat Peraga Penjaga Perlintasan Kereta Api

Rancang bangun alat peraga penjaga perlintasan kereta api menggunakan Arduino nano sebagai mikrokontroler. Dalam hal ini, sensor HC-SR04 akan mendeteksi arah datangnya kereta dan ditampilkan pada

LCD yang berada pada papan kontrol kemudian pintu perlintasan kereta api akan bergerak sesuai kontrol oleh petugas. Papan kontrol terdiri dari dua mode yaitu manual dan otomatis, untuk mode manual dirancang sesuai dengan meja pelayanan penjaga perlintasan kereta api yang asli sehingga alat peraga penjaga perlintasan kereta api yang dirancang dapat berfungsi sebagai simulator mini untuk memberi gambaran mengenai pelaksanaan pengoperasian pintu perlintasan kereta api di lapangan. Perancangan alat ini terdapat tiga tahapan yaitu perancangan mekanikal, elektrikal, dan pemrograman.

5.2.1 Diagram Blok dan Perancangan Rangkaian

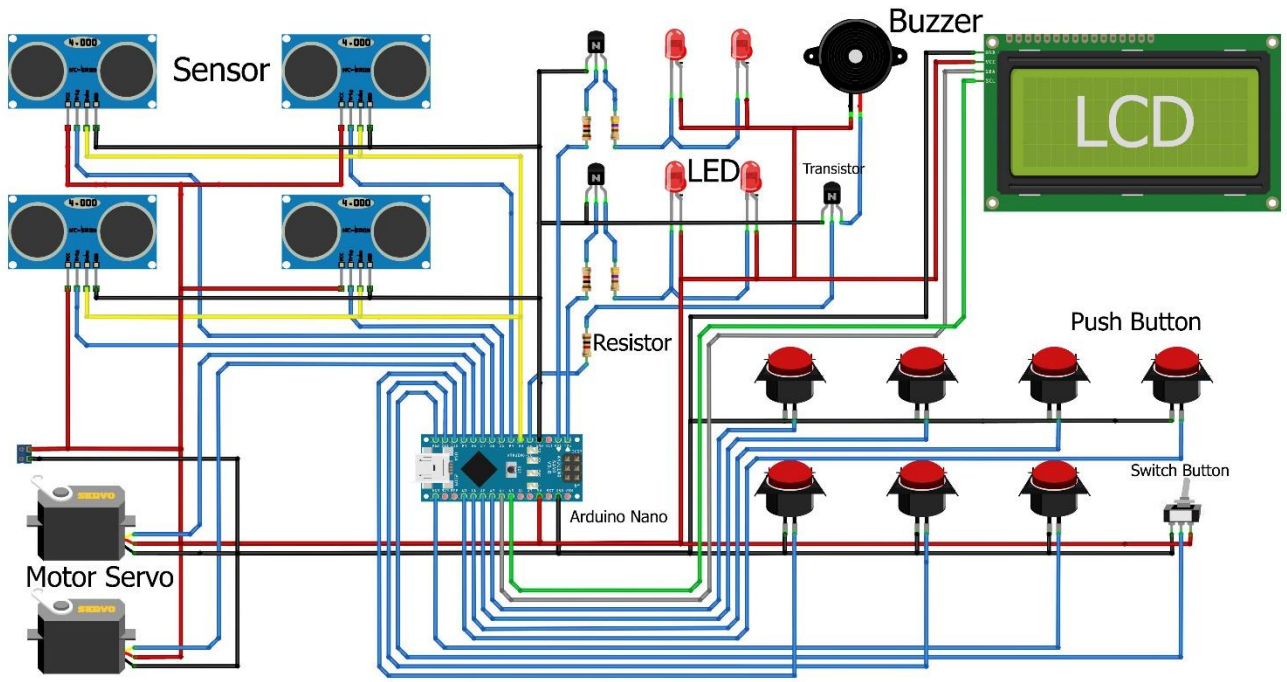
Alat peraga penjaga perlintasan kereta api berfungsi sebagai simulasi dalam pengoperasian perjalanan kereta api saat melewati perlintasan sebidang. Terdapat dua mode yang berbeda dalam diagram blok yaitu mode manual dan otomatis.



Sumber : Analisis Penulis, 2021

Gambar V. 7 Diagram Blok Alat Peraga Penjaga Perlintasan Kereta Api

Pada mode manual saat sensor mendeteksi adanya kereta api yang akan melintas palang pintu tidak menutup secara otomatis tetapi dikendalikan oleh petugas penjaga perlintasan secara manual dengan menekan tombol yang telah memiliki fungsinya masing-masing. Mode otomatis merupakan sistem yang akan bekerja ketika sensor telah mendeteksi adanya objek atau kereta yang melintas.



SKEMA RANGKAIAN

ALAT PERAGA PENJAGA PERLINTASAN KERETA API

ADVENTINO PRANATA

1803003

Skema merupakan peta rancangan dari sebuah rangkaian elektrronika. Skema berisikan gambar dari komponen-komponen elektronika beserta jalur-jalur penghubung dari satu komponen ke yang lainnya. Tiap komponen dihubungkan menggunakan kabel jumper ke mikrokontroler Arduino. Berikut merupakan penjelasan maksud dan warna dari kabel jumper.

Tabel V. 2 Penjelasan Warna Kabel Jumper pada Rangkaian

Warna Kabel	Nama Fungsi	Keterangan
Biru	Trigger, Connector	Sebagai pemicu sinyal ultrasonic pada sensor dan sebagai penghubung komponen lain pada arduino
Merah	Vcc	Sebagai power supply dengan arus positif
Hitam	Gnd	Sebagai power supply dengan arus negatif
Kuning	Echo	Sebagai pendeteksi sinyal pantulan sensor
Hijau	SCL/Serial Clock	Menghantarkan sinyal clock
Abu-abu	SDA/Serial Data	Mentransmisikan data

Sumber : Analisis Penulis, 2021

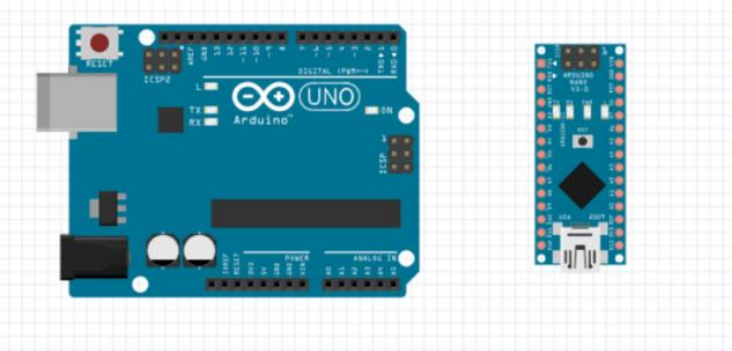
1. Mikrokontroler

   Mikrokontroler adalah elektro digital yang mempunyai *input* dan *output* serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus secara khusus. Terdapat berbagai macam mikrokontroler salah satu yang popular adalah Arduino. Mikrokontroler Arduino pun memiliki banyak jenis diantaranya adalah Arduino Uno dan Arduino Nano. Berikut merupakan spesifikasi dan kemampuan masing-masing mikrokontroler.

Tabel V. 3 Perbandingan Mikrokontroler Arduino Uno dan Nano

Arduino	Uno	Nano
Processor	ATmega328P	ATmega328P
Operating/Input Voltage	5 V / 7-12 V	5 V / 7-9 V
Processor	16 MHz	16 MHz
Analog In/Out	6/0	8/0
Digital IO/PWM	14/6	14/6
EEPROM (kb)	1 kB	1 kB
SRAM (kb)	2 kB	2 kB
Flash (kb)	32 kb	32 kb
USB	Regular	Mini
UART	1	1
Dimension	68.6 mm x 53.3 mm	43.18 mm x 18.54 mm

Sumber : DataSheet Arduino, 2021



Sumber : DataSheet Arduino, 2021

Gambar V. 8 Mikrokontroler Arduino Uno dan Nano

Meskipun menggunakan mikroprosesor yang sama, secara fisik sangat terlihat jelas perbedaan Arduino uno dan nano

a. Ukuran, dimensi Arduino nano lebih kecil 3 kali dari Arduino uno
b. USB Jack Arduino uni, menggunakan USB type A, sedangkan nano menggunakan USB mini

c. Arduino Nano memiliki kelebihan 2 pin Analog IN sehingga total pin analognya 8, sedangkan Uno hanya 6.
d. Arduino Uno menggunakan female port sehingga komponen bisa langsung dipasang di board, sedangkan Nano membutuhakn breadboard karena menggunakan pin male.

Berdasarkan spesifikasi dan perbedaan dari mikrokontroler tersebut maka penelitian ini menggunakan Arduino nano sebagai mikrokontroler dikarenakan ukurannya yang lebih kecil sehingga menghemat ruang dan pin analognya yang lebih banyak atau secara singkatnya Arduino nano merupakan Arduino uno versi mini dengan spek yang lebih baik meskipun dalam proses pemrogramannya membutuhkan breadboard.

2. Sensor HC-SR04

Pada sistem alat peraga penjaga perlintasan kereta api ini, diterapkan pada perlintasan jalur rel ganda dimana untuk mendeteksi kereta api yang melintas. Sensor yang terpasang di luar berfungsi untuk mendeteksi kereta api yang datang dan memberitahukan kepada mikrokontroler arah datangnya kereta untuk ditampilkan pada LCD dan sensor dalam berfungsi untuk mendeteksi dan menyampaikan bahwa kereta api telah melewati palang pintu perlintasan kereta api.

Tabel V. 4 Perbandingan Sensor Ultrasonik dan Infrared

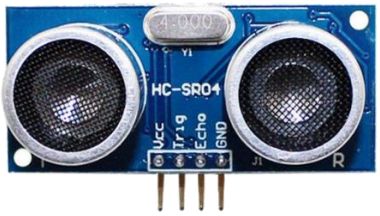
Jenis Sensor	Kelebihan	Kekurangan
Ultrasonik	Tidak terpengaruh oleh warna dan transparansi objek karena mendeteksi jarak melalui gelombang suara.	Jangkauan deteksi terbatas
	Berfungsi dengan baik di tempat yang redup.	Tidak cocok untuk objek cepat

Jenis Sensor	Kelebihan	Kekurangan
	Cenderung mengkonsumsi arus / daya yang lebih rendah.	Tak dapat mengukur jarak benda yang tekstur ekstrim
Infrared	Faktor ukuran lebih kecil	Rentang pengukuran terbatas
	Berlaku untuk penggunaan siang hari dan malam hari	Tidak dapat digunakan jika terhalang
	Mampu mengukur objek permukaan kompleks	

Sumber : Analisa Penulis, 2021

Sumber : Datasheet Sensor Infrared, 2021

Gambar V. 9 Sensor Infrared



Sumber : Datasheet Sensor Ultrasonik, 2021

Gambar V. 10 Sensor Ultrasonik

Berdasarkan hasil perbandingan tersebut maka sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonic HC-SR04 dikarenakan letak

perbedaannya ada pada rentang jarak dan jangkauan jarak deteksi. Sensor ultrasonic memiliki kelebihan pada rentang jarak deteksi karena memanfaatkan pantulan gelombang suara sehingga cakupannya sehingga sudut deteksi lebih luas dibandingkan sensor infrared.

Pemilihan HC-SR04 sebagai sensor jarak yang akan digunakan pada penelitian ini karena memiliki fitur sebagai berikut; kinerja yang stabil, pengukuran jarak yang akurat dengan ketelitian 0,3 cm, pengukuran maksimum dapat mencapai 4 meter dengan jarak minimum 2 cm, ukuran yang ringkas dan dapat beroperasi pada level tegangan TTL Prinsip pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 yaitu awali dengan memberikan pulsa *Low* (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa *High* (1) pada trigger selama 10 µs sehingga modul mulai memancarkan 8 gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz, tunggu hingga transisi naik terjadi pada output dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi.

3. Motor Servo

Untuk menggerakan palang pintu perlintasan kereta api diperlukan suato komponen yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi mekanik. Salah satu komponen yang digunakan adalah motor listrik. Terdapat banyak jenis motor listrik, namun yang akan dibandingkan adalah motor servo dan motor DC dikarenakan kedua komponen tersebut adalah komponen yang paling banyak digunakan tentunya memiliki kelebihannya masing-masing dan penerapan komponen tersebut digunakan sesua dengan fungsinya. Berikut merupakan perbandingan antara motor servo dan motor DC.

Tabel V. 5 Perbandingan Motor Servo dan Motor DC

Karakteristik	Motor DC	Motor Servo
Kemampuan Kontrol	Sederhana	Kompleks
Torsi	Sedang (Tergantung)	Tinggi (1000-6000 RPMs)
Keandalan	Sedang	Tinggi
Efisiensi	Sedang	Tinggi
Metode Penggunaan	Output Berkelanjutan	Penggunaan Berselang

Sumber : Analisa Penulis, 2021

Berdasarkan perbandingan tersebut maka dapat dianalisis bahwa motor servo sangat terkontrol, karena dibangun dengan presisi dan akurasi disamping itu memberikan pengguna kebebasan dalam mengaturnya. Sementara itu motor DC jauh lebih simpel dari motor servo tetapi juga mudah dikendalikan, seperti mengubah posisi kabel untuk mengubah arah, merubah voltase untuk mengubah kecepatan.

Torsi motor DC bertambah dengan banyaknya jenis motor DC yang ada. Namun, motor servo menggabungkan secara dinamis torsi sehingga dapat dimodulasi sesuka hati. Umpan balik elektronik pada motor servo memungkinkan pengguna untuk mengatur kecepatan dan daya yang diinginkan sehingga motor servo akan bekerja sesuai input yang diberikan.

Keandalan kedua motor ini akan terus menurun berdasarkan tingkat pemeliharaannya. Ketika sikat motor DC terus menerus digunakan dan dijaga pemeliharaannya dengan baik, maka keandalan motor DC dapat bertahan lama. Berbeda dengan motor DC, pada motor servo karena dibangun dengan banyak unit maka keandalannya berdasarkan tiap unit.bagian.

Dalam hal efisiensi, motor servo mengalahkan motor DC. Pada motor DC efisiensinya akan berkurang karena panas dari kontak sikat, sedangkan pada motor servo efisiensinya dapat dijaga karena adanya presisi elektronik dalam pengaturan arus sehingga mengurangi risiko kerugian.

Dalam hal sustained output (output berkelanjutan) maka motor DC pemenangnya, maksudnya adalah motor DC dapat bekerja atau beroperasi dalam jangka waktu yang lama dengan baik sehingga mempu memberikan torsi yang yang baik (selama pemeliharaan tetap terjaga).

Untuk motor servo lebih cocok digunakan dengan penggunaan berselang (intermittent application), dimana motor servo tidak beroputar terus menerus dalam jangka waktu yang lama. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kegagalan operasi.

Palang pintu perlintasan kereta api menggunakan motor servo sebagai penggerak dengan arah putaran motor servo dihubungkan pada Arduino.

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 11 Motor Servo Sebagai Palang Pintu Perlintasan

Pada dasarnya, Motor SV dapat berfungsi berdasarkan lebar sinyal modulasi (*Pulse Wide Modulation* – PWM) yang menggunakan sistem kontrol. Lebar sinyal yang diberikan ini akan menentukan posisi sudut putaran pada poros motor servo.

4. LED (*Light Emitting Diode*)

LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (*bias forward*) dari Anoda menuju ke Katoda. LED berfungsi sebagai penanda arah kedatangan kereta api yang melintas. Pin Anoda pada LED dihubungkan ke Arduino untuk mengontrol LED agar hidup dan mati secara bergantian. Arus maksimal yag diperbolehkan melalui LED adalah 20 mA.

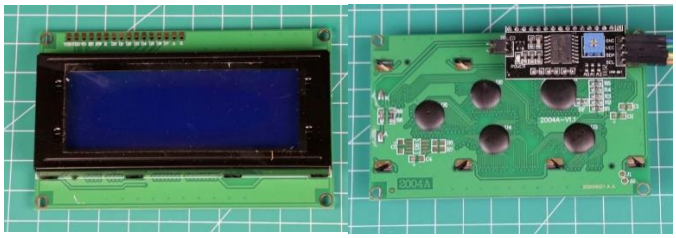
Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 12 LED pada Isyarat Lampu

Penerapan LED pada rangkaian alat peraga penjaga perlintasan kereta api yaitu sebagai isyarat lampu. LED dihubungkan dengan transistor yang berfungsi sebagai saklar agar LED dapat menyala secara bergantian kemudian dilakukan pemrograman.

5. LCD (*Liquid Crystal Display)* I2C

LCD I2C ini berfungsi sebagai penampil arah datangnya kereta kepada penjaga perlintasan kereta api. Pada LCD ini digunakan I2C (*Inter intergrated Circuit*) sebagai standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk menerima dan mengirim data.



Sumber : elektrologi.id, 2021

Gambar V. 13 LCD I2C Tampak Depan dan Belakang

Pada mekanisme hubungan antar komponen ini, I2C hanya membutuhkan dua jalur/kabel yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock Line*). Dimana SDA digunakan untuk mentransmisikan data dan SCL digunakan untuk menghantarkan sinyal clock.

6. *Buzzer*

Buzzer berfungsi sebagai penanda kedatangan kereta api yang akan melintas. Prinsip kerja *buzzer* ketika suatu aliran listrik mengalir ke rangkaian *buzzer*, maka terjadi pergerakan mekanis pada *buzzer* tersebut. Akibatnya terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi suara yang dapat didengar oleh manusia.

Sumber : aldyrazor.com, 2021

Gambar V. 14 *Buzzer Piezoelectric*

Jenis *buzzer* yang digunakan adalah *buzzer piezoelectric* yang bekerja pada tegangan 3 sampai 12 volt DC berbentuk

tabung berwarna hitam yang menjadi sumber keluarnya bunyi. Kaki pin negatif, yaitu kaki *buzzer* yang pendek untuk dihubungkan ke arus negatif atau GND. Kaki pin positif, yaitu pin kaki *buzzer* yang panjang dan gunanya untuk dihubungkan ke arus positif atau VCC/5V.

5.2.2 *Power Supply*

Power supply menjadi bagian yang penting dalam elektronika sebagai penyuplai daya. Ada dua jenis power supply yang sering digunakan dalam elektronika yaitu power supply linear / konvensional dan switch-mode power supply (SMPS). Perbedaan yang mendasar adalah pada ukuran dan berat. Jika power supply konvensional menggunakan trafo step down yang besar dan berat (tergantung ampere nya), sebaliknya SMPS tidak memakan tempat, pada SMPS tidak lagi memerlukan sebuah Trafo ukuran besar, namun tetap memakai 2 trafo ukuran kecil.

Tabel V. 6 Perbandingan Power Supply Switching dan Trafo

No	Hal	Switching Power Supply	Power Supply Linear Trafo
1	Segi Rancangan	Trafo switching sangat efisien dalam hal menurunkan tegangan dengan sangat baik. Komponen pendukungnya sederhana, ringan, serta stabil.	Tidak memerlukan banyak komponen seperti halnya Power Supply Switching. Namun, trafo umumnya lebih berat dan besar
2	Segi Efisiensi	Efisiensi antara input dan output power supply trafo mencapai 95-99%	Efisiensi antara input dan output power supply trafo mencapai 80-90%

No	Hal	Switching Power Supply	Power Supply Linear Trafo
3	Segi Keandalan	Perancangan lebih handal dengan temperature kerja yang lebih dingin.	Semakin panas trafo daya power supply akan turun
4	Segi Harga	Harga lebih murah	Harga yang mahal

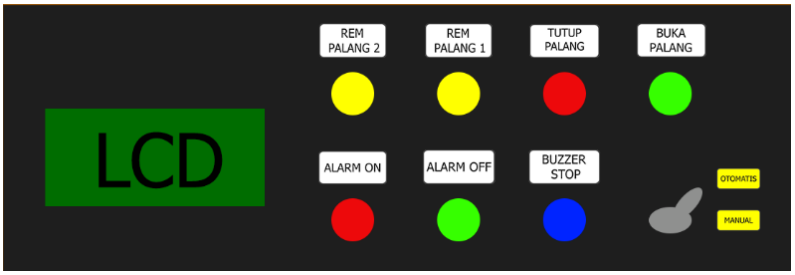
Sumber : Analisa Penulis, 2021

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 15 *Power Supply Switching* 5 V

5.2.3 Rancang Bangun Papan Kontrol

Papan Kontrol pada alat peraga penjaga perlintasan kereta api ini terbuat dari bahan akrilik sebagai lokasi penempatan Arduino dan rangkaian lainnya.



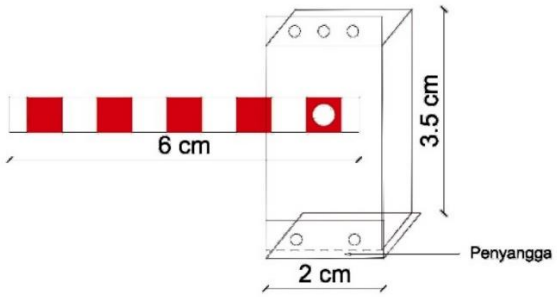
Sumber : Analisis Penulis, 2021

Gambar V. 16 Dashboard Papan Kontrol Perlintasan Kereta Api

5.2.4 Rancang Bangun Palang Pintu Perlintasan

Berdasarkan hasil perbandingan antara motor dc dan servo maka digunakan motor servo sebagai penggerak palang pintu perlintasan

kereta api. Selanjutnya dilakukan desain rancangan untuk kotak tempat penyimpanan dari servo menggunakan bahan akrilik.



Sumber : Analisi Penulis, 2021

Gambar V. 17 Rancang Bangun Palang Pintu Perlintasan Kereta Api

5.2.5 Pemilihan Bahan Pelindung Komponen

Salah satu bahan yang perlu diperhatikan dalam pembuatan alat peraga penjaga perlintasan kereta api adalah komponen pelindung meliputi kotak servo, kotak sensor, dan papan kontrol. Berikut merupakan perbandingan bahan dengan keunggulan masing-masing yaitu triplek, akrilik, dan PVC.

Tabel V. 7 Perbandingan Bahan Pelindung Komponen

Karakteristik	Triplek	Akrilik	PVC
Segi Produksi	Mudah dibentuk dan dipasangkan di mana saja karena teksturnya yang fleksibel, ringan, dan mudah di daur ulang.	akrilik mudah dipotong dan dibentuk serta mudah di grafir atau di ukir.	Karakteristiknya mudah digergaji, pengeboran, perencanaan, dipaku, sambungan dan cetakan panas.
Sifat Bahan	Kokoh namun rentan terhadap beban berat	Lebih ringan dan Lebih tahan benturan dibandingkan kaca	Permukaan halus, kekerasan tinggi, tahan gores, dan dapat dicetak.

Karakteristik	Triplek	Akrilik	PVC
Pengaruh dari Luar	Ukurannya tidak akan berubah seperti besi karena tidak akan memuai atau menyusut.	Tahan terhadap perubahan di lingkungan luar dan tidak bereaksi pada sinar matahri Serta tahan pada reaksi kimia dibandingkan bahan plastik yang lain	Insulasi suara, penyerap suara, insulasi panas, dan mampu mengontrol panas.

Sumber : Analisis Penulis, 2021

Pemilihan bahan akrilik sebagai tempat penempatan komponen dalam perancangan alat peraga perlintasan kereta api ini berdasarkan sifat bahan dan ketahanan bahan terhadap pengaruh dari luar. Bahan yang digunakan harus mampu melindungi komponen dan rangkaian elektronik sehingga ketahanan fungsi alat bertahan lama maka dari itu dipilih bahan akrilik sebagai pelindung komponen.

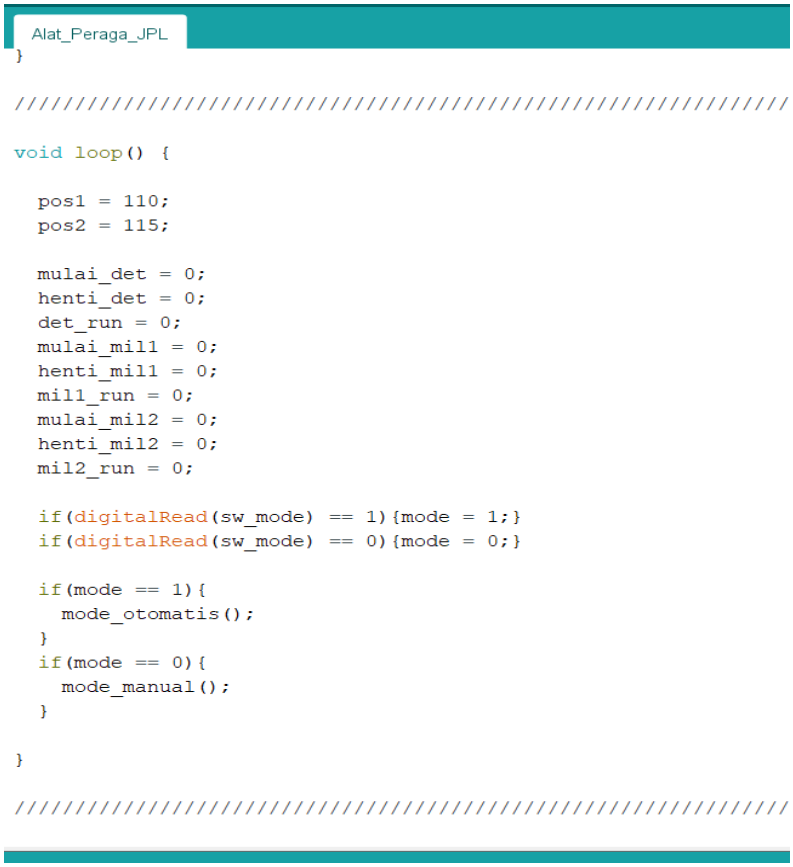
5.2.6 Pemrograman Arduino

Untuk pemrograman pada mikrokontroler Arduino nano menggunakan bahasa pemrograman bahasa C ++. Pemrograman ini dilaksanakan sehingga dapat mengaktifkan sensor HC-SR04, servo, LCD dan kontrol lainnya. menggunakan aplikasi Arduine IDE (*Integrated Development Environtment*), berikut adalah coding dari program alat peraga penjaga perlintasan kereta api.

Sumber : Analisis Penulis, 2021

Gambar V. 18 *Void Setup* Program

Di Void Setup seperti gambar di atas, penelitian ini menggunakan 4 lampu LED sebagai Output, buzzer alarm, dan Push Button sebagai input atau masukan serta tampilan LCD.



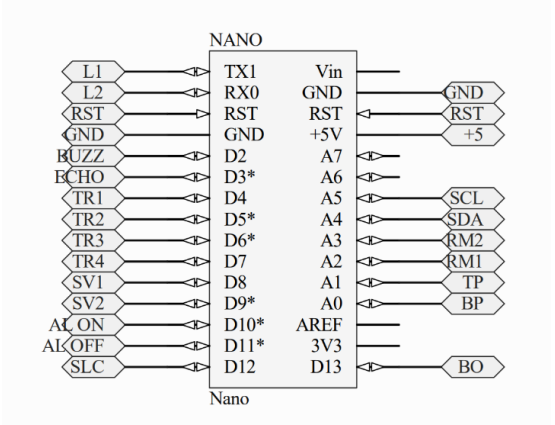
Alat_Peraga_JPL

```
}

//////////////////////////////////////////////////////////////////

void loop() {

  pos1 = 110;
  pos2 = 115;

  mulai_det = 0;
  henti_det = 0;
  det_run = 0;
  mulai_mil1 = 0;
  henti_mil1 = 0;
  mil1_run = 0;
  mulai_mil2 = 0;
  henti_mil2 = 0;
  mil2_run = 0;

  if(digitalRead(sw_mode) == 1){mode = 1;}
  if(digitalRead(sw_mode) == 0){mode = 0;}

  if(mode == 1){
    mode_otomatis();
  }
  if(mode == 0){
    mode_manual();
  }

}

//////////////////////////////////////////////////////////////////
```

Sumber : Analisis Penulis, 2021

Gambar V. 19 *Void Loop* Program

Dalam perancangan alat peraga ini, pin Arduino perlu di konfigurasi terhadap komponen lainnya agar dapat berfungsi dengan pemrograman menggunakan software Arduino IDE. Berikut merupakan konfigurasi pin Arduino nano terhadap komponen yang ada pada skema rangkaian alat peraga penjaga perlintasan kereta api.



Sumber : Analisis Penulis, 2021

Gambar V. 20 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Tabel V. 8 Penjelasan Konfigurasi Pin Arduino

No.	Simbol Pin	Keterangan
1	L1	LED 1 dihubungkan ke Pin TX1
2	L2	LED 2 dihubungkan ke Pin RX0
3	RST	Berfungsi sebagai Pin Reset
4	GND	Pin Ground untuk catu daya
5	BUZZ	Buzzer terhubung ke Arduino melalui pin digital D2
6	ECHO	Sinyal pantul dari sensor diteruskan melalui Pin D3 (PWM)
7	TR1	Trigger sensor 1 sebagai pemicu sinyal dihubungkan melalui Pin D4
8	TR2	Trigger sensor 2 sebagai pemicu sinyal dihubungkan melalui Pin D5
9	TR3	Trigger sensor 3 sebagai pemicu sinyal dihubungkan melalui Pin D6
10	TR4	Trigger sensor 4 sebagai pemicu sinyal dihubungkan melalui Pin D7
11	SV1	Servo 1 dihubungkan ke Pin D8

No.	Simbol Pin	Keterangan
12	SV2	Servo 1 dihubungkan ke Pin D9
13	AL ON	Push Button ALARM ON menggunakan pin D10
14	AL OF	Push Button ALARM ON menggunakan pin D11
15	SLC	Switch Button terhubung pada Pin D12
16	GND	Pin Ground untuk catu daya
17	RST	Berfungsi sebagai Pin Reset
18	+5	Pin yang sudah diatur tegangan 5 Volt
19	SCL	Serial Clock pada LCD I2C melalui Pin Analog A5
20	SDA	Serial Data pada LCD I2C melalui Pin Analog A4
21	RM2	Push Button REM PALANG 2 pada Pin A3
22	RM1	Push Button REM PALANG 1 pada Pin A2
23	TP	Push Button TUTUP PALANG pada Pin A1
24	BP	Push Button BUKA PALANG pada Pin A0
25	BO	Push Button BUZZER OFF pada Pin D13

Sumber : Analisis Penulis, 2021

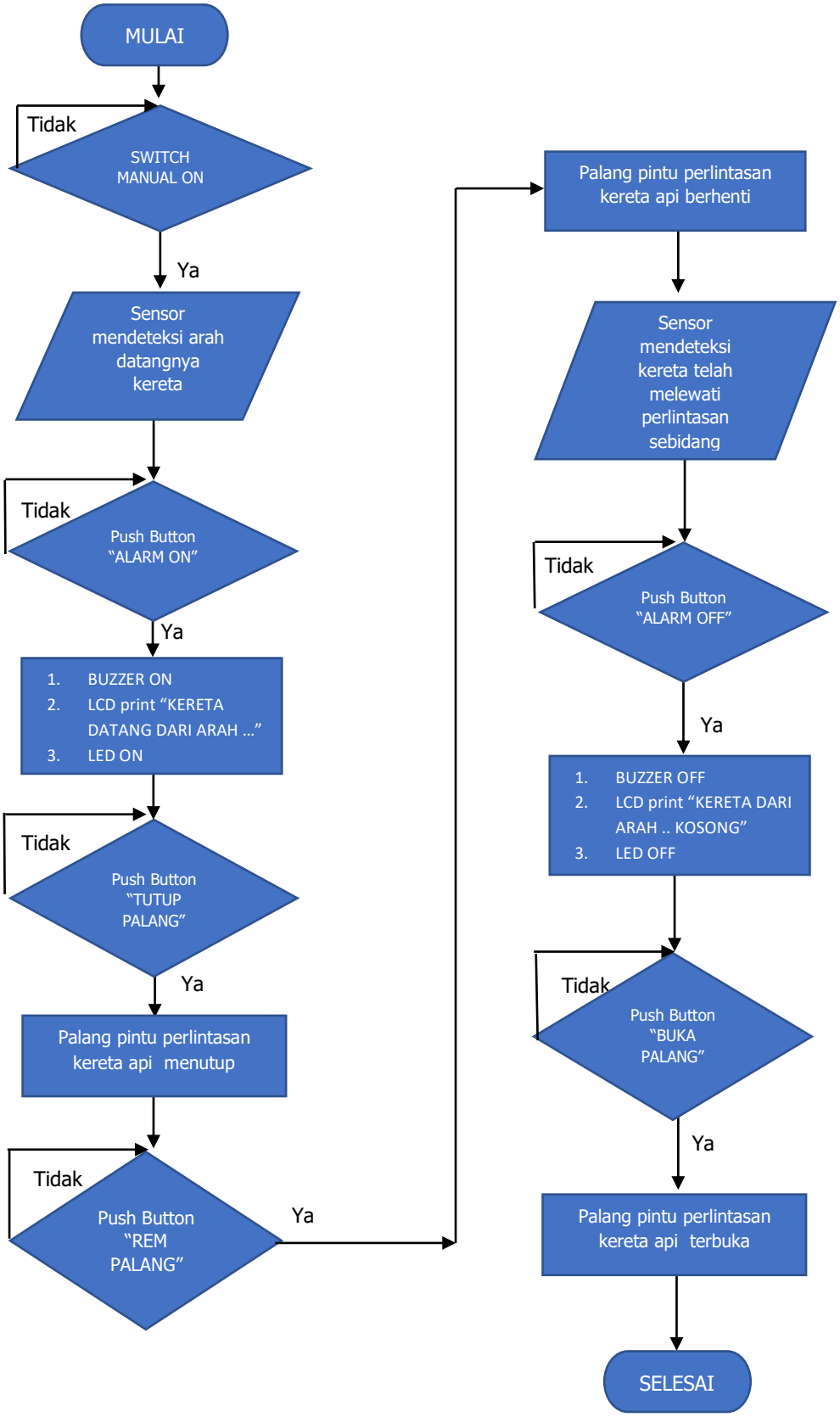
5.3 Pengoperasian Alat Peraga

Pengoperasian alat peraga penjaga perlintasan kereta api dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Pertama harus memastikan bahwa mikrokontroler Arduino telah dihubungkan dengan tegangan 5 VDC dan LCD, servo, sensor, *buzzer*, LED terhubung dengan port I/O pada mikrokontroler serta tegangan DC 5V untuk *supply* tegangan pada tiap komponen. Setelah semuanya terhubung tunggu sensor mendeteksi kedatangan kereta dan sistem akan bekerja sesuai mode yang ditentukan dan LCD akan menampilkan arah datangnya kereta.

5.3.1 Mode Manual :

Proses mode manual alat peraga penjaga perlintasan kereta api menggunakan push button dengan sistem loop terbuka dilakukan dengan skema flowchart atau diagram alir sebagai berikut



Sumber : Analisis Penulis, 2021

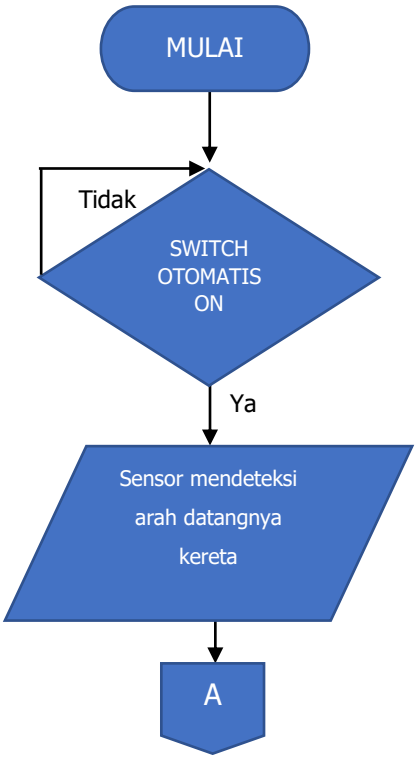
Gambar V. 21 Flowchart Mode Manual

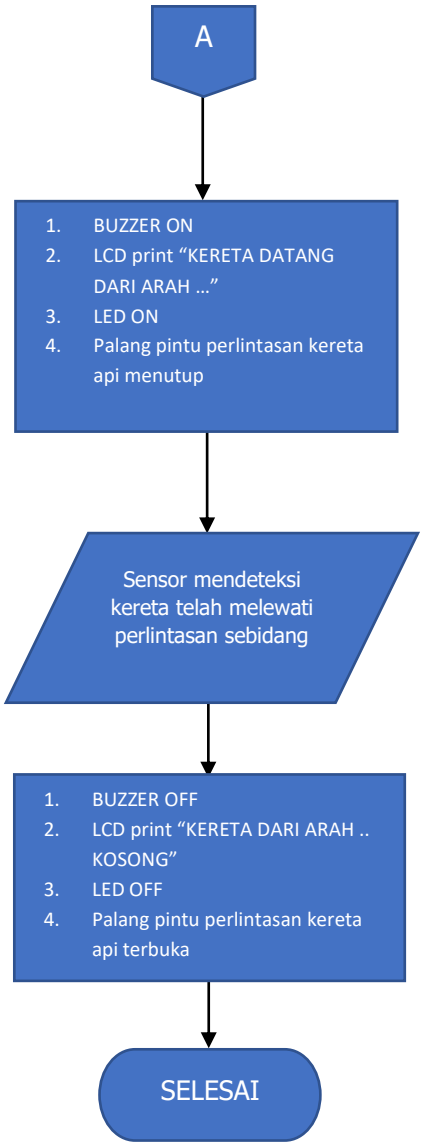
Secara pengoperasian maka dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Saat kereta akan melewati perlintasan sebidang, Petugas JPL menekan tombol *push button* alarm buzzer berbunyi serta LED menyala bergantian.
2. Tombol "TUTUP PALANG" ditekan maka arus akan mengalir ke motor servo dan bergerak turun menutup lintasan. Tombol "REM PALANG" digunakan untuk menghentikan gerak servo sementara.
3. Setelah kereta melewati palang pintu dan sensor maka LCD menampilkan tulisan "KERETA DARI ARAH … KOSONG"
4. Tombol "BUKA PALANG" ditekan maka servo akan bergerak kembali ke posisi semula Petugas JPL kemudian menekan tombol "ALARM OFF" maka bunyi alarm dan lampu LED berhenti.

5.3.2 Mode Otomatis

Untuk mode otomatis dalam pengoperasian alat peraga penjaga perlintasan kereta api digambarkan dengan flowchart sebagai berikut :





Gambar V. 22 Flowchart Mode Otomatis

Dalam pengoperasian mode otomatis alat peraga penjaga perlintasan kereta api lebih simpel karena menggunakan loop tertutup dalam sistem kendali otomatis

a. Tombol Switch Otomatis diaktifkan maka saat sensor mendeteksi kereta buzzer dan LED otomatis menyala
b. Palang pintu yang digerakan servo bergerak turun menutup lintasan
c. Saat kereta telah melewati sensor maka buzzer akan mati dan palang pintu perlintasan kembali terbuka.

5.4 Pengujian Alat

Pengujian alat peraga dilakukan untuk mengambil data penelitian dan menganalisisnya. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui kinerja simulator alat peraga penjaga perlintasan kereta api. Pengujian tersebut meliputi uji sistem secara keseluruhan.

5.4.1 Uji Unjuk Kerja Simulator

Kinerja sistem secara keseluruhan ini diuji dengan menggunakan kereta api pada sistem yang telah dirancang. Untuk itu dibutuhkan kereta mini dengan panjang 20 cm yang dapat bergerak .

1. Mode Otomatis

Untuk mode otomatis pengujian dilaksanakan sebanyak 15 kali untuk kereta datang dari arah A, 15 kali untuk kereta datang dari arah B.

Tabel V. 9 Uji Unjuk Kerja Mode Otomatis

Percobaan pada Jalur A dan B	Posisi KA	LED Rambu Perlintasan	Buzzer	Status Tampilan LCD	Status Palang Pintu KA	Tingkat Keberhasilan (%)
30 kali	SU 1	Aktif	Aktif	"Kereta Datang dari Arah A"	Menutup	86
	SU 2	Tidak Aktif	Tidak Aktif	"Kereta Dari Arah A Kosong"	Membuka	93
	SU 3	Aktif	Aktif	"Kereta Datang dari Arah B"	Menutup	86
	SU 4	Tidak Aktif	Tidak Aktif	"Kereta Dari Arah B Kosong"	Membuka	86

Sumber : Analisis Penulis, 2021

2. Mode Manual

Pada pengujian mode manual dilakukan 30 kali percobaan pada masing-masing *Push Button* untuk mengetahui bahwa tiap komponen telah bekerja dengan baik sesuai fungsinya.

Tabel V. 10 Uji Unjuk Kerja Mode Manual

NO.	Nama Push Button	Tingkat Keberhasilan (%)
1.	TUTUP PALANG	100
2.	BUKA PALANG	100
3.	ALARM ON	100
4.	ALARM OFF	100
5.	REM PALANG	100
6.	SWITCH BUTTON	100

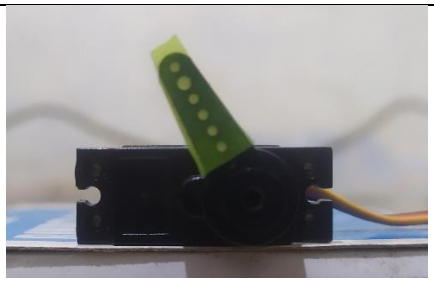
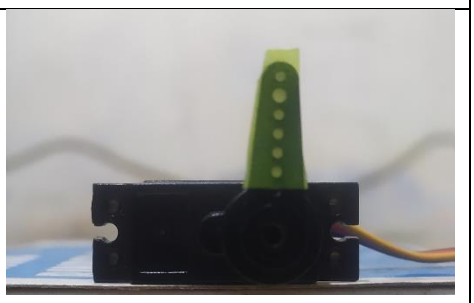
Sumber : Analisis Penulis, 2021

5.4.2 Uji Fungsional

Langkah ini dilakukan untuk mengetahui bahwa komponen dalam simulator alat peraga penjaga perlintasan kereta api telah berfungsi dengan baik meliputi uji fungsi servo, sensor, dan LCD.

Tabel V. 11 Pengujian Pergerakan Motor Servo

No.	PIN D8 & D9	Kriteria Pengujian	Tampilan
1.	Mengirimkan sinyal untuk membuat servo bergerak 0°	Motor Servo bergerak menuju sudut 0°	

No.	PIN D8 & D9	Kriteria Pengujian	Tampilan
2.	Mengirimkan sinyal untuk membuat servo bergerak 45°	Motor Servo bergerak menuju sudut 45°	
3.	Mengirimkan sinyal untuk membuat servo bergerak 90°	Motor Servo bergerak menuju sudut 90°	

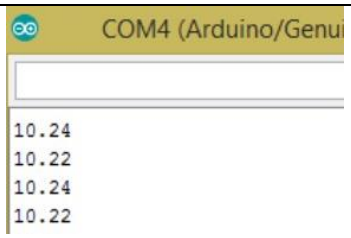
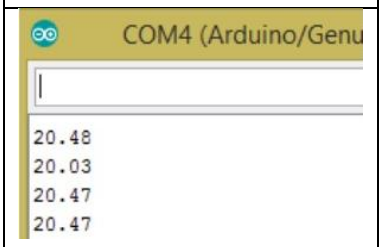
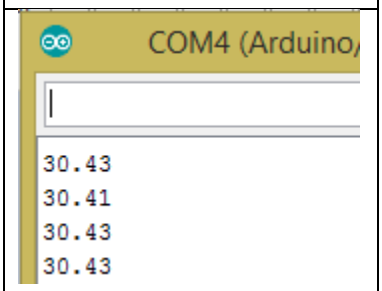
Sumber : Analisis Penulis, 2021

Tabel V. 12 Pengujian Tampilan pada LCD

No.	Karakter yang Ditampilan Arduino Nano ATMega 328	Kriteria Pengujian	Karakter yang Tampil pada LCD
1.	Mencetak Karakter Huruf "ABCDEFGHIJKLMNO"	LCD Menampilkan Karakter "ABCDEFGHIJKLMNO"	
2.	Mencetak Karakter Huruf "0123456789"	LCD Menampilkan Karakter "0123456789"	

Sumber : Analisis Penulis, 2021

Tabel V. 13 Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Jarak Berdasarkan Alat Ukur	Kriteria Pengujian	Jarak yang terbaca oleh sensor
1.	10 cm	Jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonic sama dengan jarak berdasarkan alat ukur	
2.	20 cm		
3.	30 cm		

Sumber : Analisis Penulis, 2021

5.4.3 Pembahasan Hasil Uji

Keandalan suatu alat ditentukan dari ketahanan alat terhadap banyaknya penggunaan dalam waktu tertentu. Oleh karena alat peraga penjaga perlintasan kereta api ini menggunakan Arduino nano sebagai mikrokontroler tentunya berbeda dengan *Programmable Logic Control* atau (PLC) yang mampu bekerja dengan skala yang lebih luas.

Perancangan alat peraga ini merupakan purwarupa dari penjaga perlintasan kereta api yang sebenarnya sehingga memiliki keterbatasan tertentu. Namun, dalam pelaksanaan pengujian penjaga perlintasan kereta api di Balai Pengujian Perkeretaapian alat ini dapat digunakan sebagai simulasi akan perlintasan sebidang. Jumlah peserta uji pengujian

penjaga perlintasan kereta api tidak dapat diukur dikarenakan pelaksanaan pengujian berdasarkan jumlah permintaan. Oleh karena itu, setelah dilakukan pengujian alat sebanyak 60 kali total pengujian, alat masih dapat berfungsi dengan baik pada kedua mode.

1. Mode Manual

   Untuk uji unjuk kerja mode manual, sistem dikendalikan oleh *Push Button* yang telah diprogram sesuai fungsinya masing-masing dengan dilakukan 10 kali percobaan pada uji fungsi *Push Button*. Hasil pengujian menunjukan kinerja 100 %.

   Mode manual merupakan gambaran atau sebagai simulasi tentang pengoperasian perlintasan sebidang di lapangan dikarenakan pada mode manual seluruh pengoperasian palang pintu perlintasan dilakukan oleh operator maka harus dipastikan bahwa tiap *Push Button* telah bekerja dengan baik.

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 23 Push Button Mode Manual

2. Mode Otomatis

   Berdasarkan pada hasil uji unjuk kerja mode otomatis telah dilakukan 10 kali percobaan alat peraga penjaga perlintasan kereta api menunjukan kinerja sistem dengan tingkat keberhasilan 87,75 %. Uji ini dilakukan dengan menjalankan kereta mini bertenaga baterai melewati sensor yang terpasang sesuai jalur yang dilewati.

Faktor yang mempengaruhi kegagalan sistem adalah sensor ultrasonic yang gagal membaca kereta yang melintas oleh karena itu ketika sensor tidak membaca adanya pergerakan maka sistem lain seperti LED, Buzzer, dan servo juga tidak aktif sehingga dilakukan percobaan ulang.

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 24 Mode Otomatis Sensor Mendeteksi KA dari Arah B

Untuk jalur A, sensor 1 dipasang sebelum kereta melewati perlintasan sebidang dan sensor 2 dipasang di ujung palang pintu perlintasan atau seberang jalan pada maket untuk mendeteksi bahwa rangkaian terakhir kereta telah melewati perlintasan sebidang. Setelah sensor 1 mendeteksi kereta maka sistem perlintasan akan bekerja secara otomatis dimulai dari LCD yang akan menampilkan "Kereta Datang Dari Arah A" diikuti dengan *buzzer* dan LED yang bekerja memberi peringatan pada pengendara yang melintas bahwa kereta akan melintas dan palang pintu yang digerakan oleh motor servo akan menutup.

Sistem akan terus bekerja sampai sensor 2 mendeteksi kereta telah selesai melewati perlintasan sebidang LCD akan menampilkan "Kereta Dari Arah A Kosong" dan sistem akan kembali seperti semula. Pada Jalur B kinerja sistem tetap sama yang membedakan hanya tampilan pada LCD yaitu ketika sensor 3 mendeteksi kereta LCD akan menampilkan "Kereta Datang Dari Arah B" dan sistem berjalan sesuai dengan program.

Sumber : Dokumentasi Penulis, 2021

Gambar V. 25 Mode Otomatis Buzzer dan Servo Aktif

Jika terdapat dua kereta yang terdeteksi oleh sensor dan akan bersilangan maka sensor 3 dan 4 yang berperan dalam sistem palang pintu perlintasan sebidang agar tetap aman. Palang pintu baru akan terbuka dan *buzzer* mati jika telah melewati sensor 3 dan sensor 4.

5.4.4 Prosedur Kegagalan Alat

Tindakan perawatan dilakukan untuk mengatasi kerusakan-kerusakan atau kemacetan yang terjadi. Terdapat dua jenis perawatan yang dilakukan yaitu perawatan preventif dan perawatan korektif.

1. Perawatan Preventif

   Perawatan pencegahan (Preventive maintenance) adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan- kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan alat mengalami kerusakan pada waktu penggunaan. Perawatan preventif dilakukan dengan cara sebagai berikut:

   a. Inspeksi secara berkala pada komponen penyusun alat.
   b. Laporan kerusakan atau kegagalan yang terjadi dianalisis kemudian diambil tindakan perawatan korektif untuk menjamin kerusakan tidak terulang kembali.

2. Perawatan Korektif

Perawatan korektif adalah tindakan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan-kerusakan atau kemacetan yang terjadi berulang kali. Prosedur ini diterapkan pada peralatan yang sewaktu-waktu dapat rusak. Dalam kaitan ini perlu dipelajari penyebabnya-penyebabnya, perbaikan apa yang dapat dilakukan, dan bagaimanakah tindakan selanjutnya untuk mencegah agar kerusakan tidak terulang lagi.

Pada umumnya usaha untuk mengatasi kerusakan itu dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. merubah proses
b. merancang kembali komponen yang gagal
c. mengganti dengan komponen baru atau yang lebih baik
d. meningkatkan prosedur perawatan preventif. Sebagai contoh, melakukan pelumasan sesuai ketentuannya atau mengatur kembali frekuensi dan isi daripada pekerjaan inspeksi.
e. Meninjau kembali dan merubah sistem pengoperasian mesin.

Perawatan korektif tidak dapat menghilangkan semua kerusakan, karena bagaimanapun juga suatu alat yang dipakai lambat laun akan rusak. Namun demikian, dengan adanya tindakan perbaikan yang memadai akan dapat membatasi terjadinya kerusakan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian alat dari penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengamatan langsung pelaksanaan pengujian SDM Perkeretapian khususnya Penjaga Perlintasan Kereta Api di Balai Pengujian Perkeretaapian tidak maksimal dikarenakan pelaksanaan uji praktek dilakukan hanya menggunakan bendera semboyan dan radio telekomunikasi sehingga dalam pengukuran tingkat kemampuan, keterampilan, dan kecakapan oleh asesor dari peserta uji dalam pemahaman akan keselamatan di perlintasan sebidang belum optimal dengan tidak adanya simulator alat peraga penjaga perlintasan kereta api sebagai proyeksi akan pengoperasian keselamatan perlintasan sebidang.
2. Berdasarkan survey pelaksanaan pengujian SDM Perkeretaapian di Balai Pengujian Perkeretaapian bahwa standar peralatan pendukung dalam uji praktek adalah dengan menggunakan alat peraga atau simulator sebagai media bantu proses pengujian untuk menyimulasikan kegiatan yang ada di ranah perkeretaapian. Oleh karena itu, demi melengkapi dan mengoptimalkan pelaksanaan pengujian Penjaga Perlintasan Kereta Api maka dirancang sebuah simulator mini alat peraga penjaga perlintasan kereta api dengan mengambil desain rancangan sesuai Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat SK.770/KA.401/DRDJ/2005 tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan Dengan Jalur Kereta Api dan pada meja pelayanan pengoperasian perlintasan sebidang mengambil desain bentuk dan fungsi sesuai dengan perlintasan sebidang resmi dijaga yang ada di JPL 81 Bekasi.
3. Perancangan alat peraga penjaga perlintasan kereta api menggunakan Arduino nano sebagai mikrokontrolernya dengan prinsip kerja dua

mode pengoperasian yaitu mode manual dan mode otomatis. Mode manual prinsip kerjanya menggunakan *Push Button* sebagai kontrol yang telah dilakukan uji fungsional dengan tingkat keberhasilan 100 %. Modul sistem otomatis yaitu ketika sensor mendeteksi datangnya kereta maka palang pintu perlintasan kereta akan menutup secara otomatis yang diikuti dengan aktifnya buzzer serta LED sebagai indikasi kereta akan melewati perlintasan dan akan membuka kembali setelah melewati sensor dalam diikuti buzzer dan LED off otomatis melalui program yang ada pada mikrokontroler. Hasil uji fungsional untuk mode otomatis memiliki tingkat keberhasilan sistem 87,75 %.

6.2 Saran

Dengan dilakukannya penelitian ini maka penulis memberikan saran kepada Balai Pengujian Perkeretaapian sebagai berikut :

1. Dapat menggunakan purwarupa alat peraga penjaga perlintasan kereta api ini sebagai salah satu instrumen dalam pelaksanaan pengujian SDM Perkeretaapian khususnya Penjaga Perlintasan Kereta Api sehingga dapat membantu asesor dalam mengukur kemampuan, keterampilan, dan kecakapan peserta uji.
2. Perlu pengembangan dan peningkatan lebih lanjut dari alat peraga penjaga perlintasan kereta api ini karena sumber daya yang terbatas tetapi secara fungsional sudah bekerja dengan baik.
3. Pengembangan dari alat peraga penjaga perlintasan kereta api juga mengikuti perubahan dan perkembangan aturan yang ada berkaitan dengan perlintasan sebidang.

DAFTAR PUSTAKA

_____. (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia No. 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian.*

_____. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia No. 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian.*

_____. (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 19 Tahun 2011 tentang Sertifikat Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api.*

_____. (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 36 Tahun 2011 Tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain.*

_____. (2018). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 94 Tahun 2018 tentang Peningkatan Keselamatan Perlintasan Sebidang Antara Jalur Kereta Api Dengan Jalan.*

_____. (2005). *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.770/KA.401/DRDJ/2005 Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan Dengan Jalur Kereta Api.*

Angkawjaya, R. (2019). *Miniatur Palang Pintu Kereta Api Jalur Ganda Otomatis Dengan Menampilkan Waktu Tunggu Menggunakan Arduino.* Universitas Negeri Semarang.

Datasheet Sensor Ultrasonik HC-SR04. (t.thn.).https://datasheetspdf.com/: https://cdn.datasheetspdf.com/pdf-down/H/C/-/HC-SR04-ETC.pdf

DatasheetServoSg90.(t.thn.).http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf

Datasheet.ArduinonanoAtMega328.(t.thn.).https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/392243/ATMEL/ATMEGA328.html

Ihsanto, E. (2014). *Perancangan Simulasi Sistem Pemantauan Pintu Perlintasan Kereta Api Berbasis Arduino.* Universitas Mercu Buana.

Malik, G. M. (2020). *Integrasi Perlintasan Sebidang dan APILL dengan Arduino (JPL 138 Kota Madiun Kecamatan Manguharjo Provinsi Jawa Timur).* Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD.

Pratama, U. (2008). *Kajian Peningkatan Keselamatan Pada Perlintasan Sebidang Dengan Rambu Pendahulu Untuk Perlintasan Sebidang.* Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD.

Prawiroredjo. (2008). *Detektor Jarak Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler.*

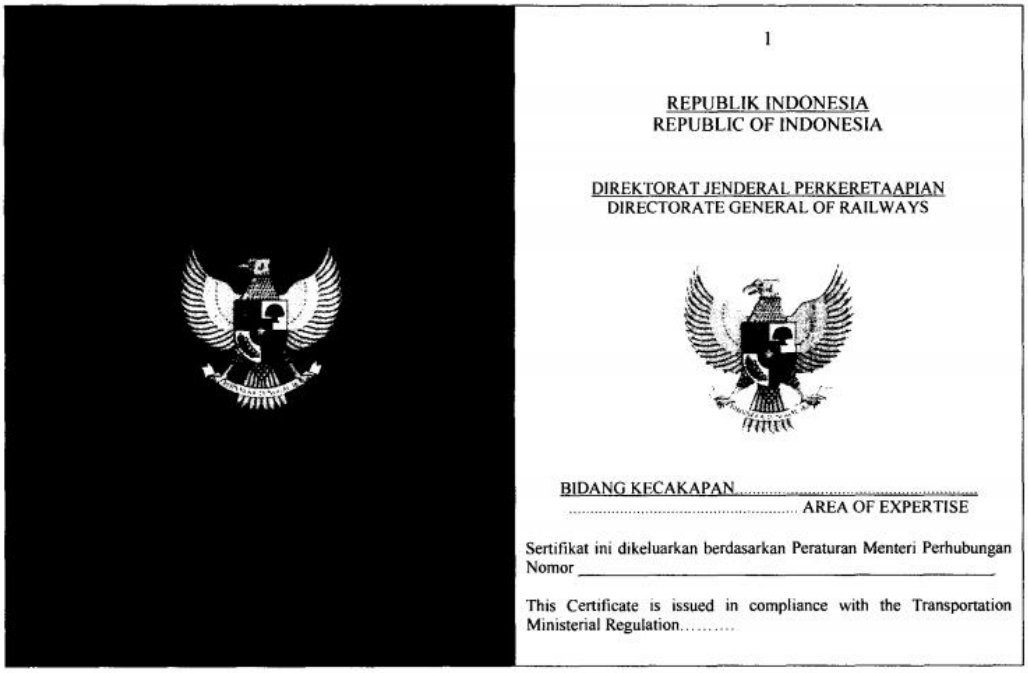
Purwanto, A. T. (2020). *Pengembangan Palang Pintu Kereta Api Otomatis Menggunakan Mikrokontroler.* Universitas Persada Indonesia Y.A.I Jakarta.

Putra, N. (2013). *Research & Development Penelitian dan Pengembangan.* Jakarta: Raja Grafindo.

Sitepu, R. (2008). *Purwarupa Pintu Lintasan Rel Kereta Api Otomatis.* Surabaya: Jurnal Widya Teknik.

Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D.* Bandung: Alfabeta.

Supriyadi, E. (2018). *Rancang Bangun Palang Pintu Kereta Otomatis Berdasarkan Kecepatan Kereta Api Dengan Metode Kendali Logika Fuzzy.* Institut Sains Dan Teknologi Nasional Jakarta.



1

REPUBLIK INDONESIA
REPUBLIC OF INDONESIA

DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN
DIRECTORATE GENERAL OF RAILWAYS

BIDANG KECAKAPAN.....
..... AREA OF EXPERTISE

Sertifikat ini dikeluarkan berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor _____

This Certificate is issued in compliance with the Transportation Ministerial Regulation.....

2

REPUBLIK INDONESIA
REPUBLIC OF INDONESIA

I. Nomor :
Number

II. Nama Pemegang : .....
Name of Holder

III. Tempat dan Tanggal Lahir : .....
Place and date of birth

IV. Jenis Kelamin : .....
Sex

V. Kebangsaan : .....
Nationality

VI. Alamat Tempat Tinggal : .....
Address

VII. Penyelenggara DIKLAT : .....
Training Provider

VIII. Tanda tangan pemegang : .....
Signature of Holder

Foto
2x3

3

IX. Bidang Keahlian
Area of Expertise

Sertifikat ini menyatakan bahwa personil yang nama dan datanya tercantum dalam halaman 2 (dua), memiliki kompetensi yang telah disahkan untuk melaksanakan
.....
.....

This certificate is to declare the person whose name and data are stipulated on page 2 (two), has the competence
.....
.....

X. Tanggal Pengeluaran : .....
Date of issue

XI. Berlaku hingga : .....
Valid until

XII. An. Direktur Jenderal Perkeretaapian,
For The Director General of Railways
Director of .....

.....

4

XIII. Perpanjangan
Renewals

Diperpanjang sampai : .....
Renewed until

Tanggal pengeluaran : .....
Date of issue

Penyelenggara DIKLAT : .....
Training Provider

Tanda tangan dan cap DJKA : .....
Signature and Stamp by DGR

Diperpanjang sampai : .....
Renewed until

Tanggal pengeluaran : .....
Date of issue

Penyelenggara DIKLAT : .....
Training Provider

Tanda tangan dan cap DJKA : .....
Signature and Stamp by DGR

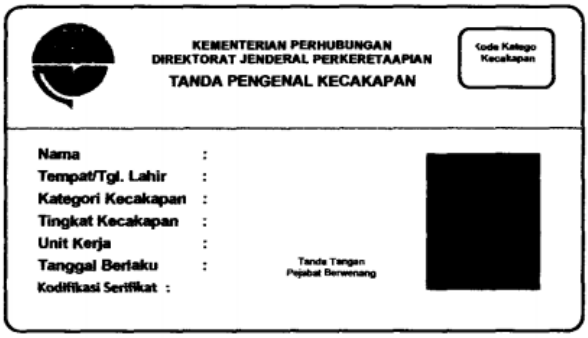
5

XIV. Catatan
Records

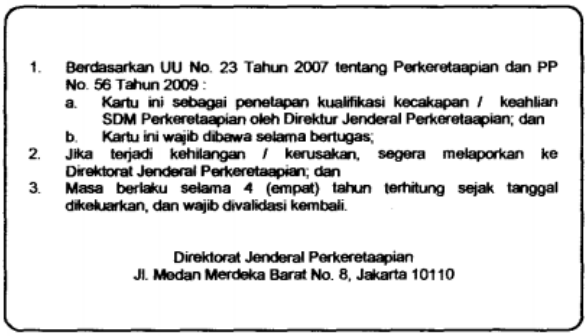
	POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN TAHUN AJARAN 2020/2021	**LAMPIRAN KARTU SMART CARD PJL**	PTDI – STTD

TANDA PENGENAL (*SMART CARD*)

1. Tampak depan Tanda Pengenal (*Smart Card*) Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api



2. Tampak belakang Tanda Pengenal (*Smart Card*) Kecakapan Penjaga Perlintasan Kereta Api



Keterangan :

Tampak Depan :

1. Ukuran 8,8 X5,5 cm
2. Warna Dasar Tampak Depan Putih
3. Warna garis di bawah logo Kementerian Perhubungan tampak depan coklat,
4. Warna Dasar Tampak Belakang Putih

Alat_Peraga_JPL

```
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

void mode_otomatis(){

  data_sensor();

  if(a_in <= 3){data_a = 1;}
  if(a_out <= 3 && k_a == false){k_a = true;}
  if(a_out > 10 && k_a == true){
    data_a = 0;
    k_a = false;
  }

  if(b_in <= 4){data_b = 1;}
  if(b_out <= 3 && k_b == false){k_b = true;}
  if(b_out > 8 && k_b == true){
    data_b = 0;
    k_b = false;
  }

//-----------------------------------------------------

  if(data_a == 0){
    mulai_labelA = 0;
    henti_labelA = 0;
    labelA_run = 0;
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("<<Arah dari A Kosong");
  }
  if(data_a == 1){
    mulai_labelA = millis();
    if((mulai_labelA - henti_labelA) >= 100){
      labelA_run++;
      if(labelA_run >= 15){labelA_run = 0;}
      henti_labelA = mulai_labelA;
    }
    if(labelA_run >= 0 && labelA_run <= 10){
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("<<Kereta dari Arah A");
    }
    if(labelA_run > 10){
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("                    ");
    }
  }

  if(data_b == 0){
    mulai_labelB = 0;
    henti_labelB = 0;
    labelB_run = 0;
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("Arah dari B Kosong>>");
  }
  if(data_b == 1){
    mulai_labelB = millis();
    if((mulai_labelB - henti_labelB) >= 100){
```

Alat_Peraga_JPL

```
}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

void mode_manual(){

  data_sensor();

  if(a_in <= 3){data_a = 1;}
  if(a_out <= 3 && k_a == false){k_a = true;}
  if(a_out > 10 && k_a == true){
    data_a = 0;
    k_a = false;
  }

  if(b_in <= 4){data_b = 1;}
  if(b_out <= 3 && k_b == false){k_b = true;}
  if(b_out > 8 && k_b == true){
    data_b = 0;
    k_b = false;
  }

//-----------------------------------------------------

  if(data_a == 0){
    mulai_labelA = 0;
    henti_labelA = 0;
    labelA_run = 0;
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("<<Arah dari A Kosong");
  }
  if(data_a == 1){
    mulai_labelA = millis();
    if((mulai_labelA - henti_labelA) >= 100){
      labelA_run++;
      if(labelA_run >= 15){labelA_run = 0;}
      henti_labelA = mulai_labelA;
    }
    if(labelA_run >= 0 && labelA_run <= 10){
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("<<Kereta dari Arah A");
    }
    if(labelA_run > 10){
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("                    ");
    }
  }

  if(data_b == 0){
    mulai_labelB = 0;
    henti_labelB = 0;
    labelB_run = 0;
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("Arah dari B Kosong>>");
  }
  if(data_b == 1){
```

Alat_Peraga_JPL

```
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

void data_sensor(){

  mulai_ping = millis();
  if((mulai_ping - henti_ping) >= 5){
    ping_run++;
    if(ping_run > 8){ping_run = 0;}
    henti_ping = mulai_ping;
  }

  if(ping_run >= 0 && ping_run <= 2){
    trig_ping();
    durasi = pulseIn(echo_4, HIGH);
    b_in = microsecondsToCentimeters(durasi);
  }
  if(ping_run >= 3 && ping_run <= 4){
    trig_ping();
    durasi = pulseIn(echo_1, HIGH);
    a_in = microsecondsToCentimeters(durasi);
  }
  if(ping_run >= 5 && ping_run <= 6){
    trig_ping();
    durasi = pulseIn(echo_2, HIGH);
    b_out = microsecondsToCentimeters(durasi);
  }
  if(ping_run >= 7 && ping_run <= 8){
    trig_ping();
    durasi = pulseIn(echo_3, HIGH);
    a_out = microsecondsToCentimeters(durasi);
  }

}

//---------------------------------------------------

void trig_ping(){

  digitalWrite(trig, LOW);
  delayMicroseconds(8);
  digitalWrite(trig, HIGH);
  delayMicroseconds(8);
  digitalWrite(trig, LOW);
  delayMicroseconds(8);

}

//---------------------------------------------------

long microsecondsToCentimeters(long microseconds) {

  return microseconds / 29 / 2;

}


////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

Alat_Peraga_JPL

```
  digitalWrite(trig, LOW);
  delayMicroseconds(8);

}

//---------------------------------------------------

long microsecondsToCentimeters(long microseconds) {

  return microseconds / 29 / 2;

}


////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

void palang(){

  servo1.write(pos1);
  delay(5);
  servo2.write(pos2);
  delay(5);

}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

void alarm_on(){

  if(det_run % 2){
    digitalWrite(led1, 1);
    digitalWrite(led2, 0);
    digitalWrite(buzz, 1);
    //tone(buzz, 1000);
  }
  else{
    digitalWrite(led1, 0);
    digitalWrite(led2, 1);
    digitalWrite(buzz, 0);
    //tone(buzz, 650);
  }

}

//---------------------------------------------------

void alarm_off(){

  digitalWrite(led1, 0);
  digitalWrite(led2, 0);
  digitalWrite(buzz, 0);
  //noTone(buzz);

}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```