

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**  
**SISTEM INTERLOCKING PERSINYALAN KERETA API**  
**BERBASIS PLC DENGAN METODE LOCAL CONTROL**  
**PANEL (LCP)**  
**di**  
**STASIUN KERETA API TANJUNG PURA**



**BAGUS PUTRA SUHARTAMA**  
**178120007**

**TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**2021**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/11/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area Access From (repository.uma.ac.id)28/11/22

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN AKHIR PELAKSANAAN KERJA PRAKTEK**

**SISTEM INTERLOCKING PERSINYALAN KERETA API BERBASIS PLC**  
**DENGAN METODE LOCAL CONTROL PANEL ( LCP )**

Disusun Oleh :

Nama : BAGUS PUTRA SUHARTAMA  
NPM : 178120007  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Dosen Pembimbing Kerja Praktek

Pembimbing Lapangan



( Dr. Ir. Dina Maizana, MT )



( Faisal Nanda Tarigan )

Ketua Program Studi Teknik Elektro



( Muthia Putri, ST, MT )

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/11/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia-Nya dengan ilmu kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan laporan kerja praktek yang dilaksanakan di STASIUN KERETA API TANJUNG PURA.

Penulisan laporan kerja praktek ini merupakan syarat untuk mahasiswa dalam menyelesaikan studinya di Fakultas Teknik Program studi Teknik Elektro Universitas Medan Area. Pada penulisan laporan Kerja Praktek ini, penulis telah banyak memperoleh bantuan maupun bimbingan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih tulus kepada :

- a. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT, sebagai KA. Prodi Teknik elektro yang memberikan waktu dan bimbingannya dalam menyelesaikan Laporan Kerja Praktek.
- b. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, MT, sebagai dosen pembimbing I yang memberikan waktu, bimbingan, pengarahan, masukan dalam penyelesaian Laporan Kerja Praktek.
- c. Teristimewah kepada Ibu penulis yang selalu memberi dukungan, doa dan nasehat yang sangat membantu dalam penyelesaian laporan kerja praktek.
- d. Seluruh Staff Teknik Universitas Medan Area yang banyak memberi bantuan kepada penulis
- e. Rekan-rekan mahasiswa yang selalu memberi dukungan semangat kepada penulis.

Atas bantuan bimbingan dari dosen pembimbing, Rekan-rekan, staff Universitas Medan Area, orang-orang yang telah mendukung dan membantu dalam pengerjaan laporan ini serta memberi masukan maupun fasilitas kepada penulis. Penulis mengharapkan didalam penyusunan laporan ini kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Kerja Praktek ini dapat berguna bagi penulis dan pembaca yang memerlukanya.

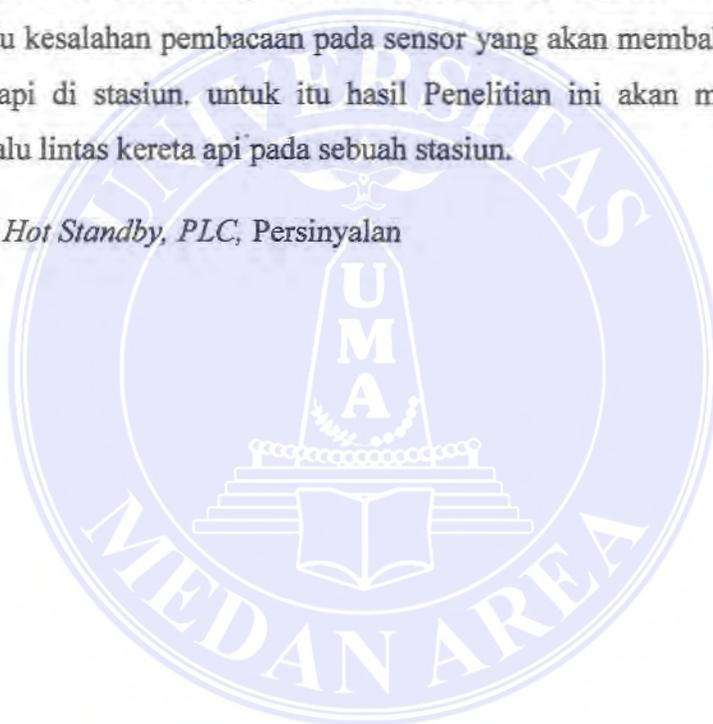
Medan, Desember 2021

BAGUS PUTRA SUHARTAMA

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah simulator *interlocking* dengan menggunakan metode HSB (*HOT STANDBY*) . Metode tersebut akan menghasilkan pembanding data dari dua buah sensor dan dua buah saluran transmisi dengan objek data yang sama, sehingga data yang dibutuhkan akan lebih akurat. Hasil uji sistem menunjukkan saat terjadi gangguan pada salah satu CPU PLC maka sistem akan tetap aktif karena PLC cadangan selalu standby untuk menggantikan peran CPU yang mengalami gangguan dan kerusakan, selain itu jika input data yang dikirimkan dari dua sensor di lapangan berbeda, maka data tersebut tidak akan dieksekusi, karena menandakan bahwa ada kerusakan komponen atau kesalahan pembacaan pada sensor yang akan membahayakan lalu lintas kereta api di stasiun, untuk itu hasil Penelitian ini akan meningkatkan keselamatan lalu lintas kereta api pada sebuah stasiun.

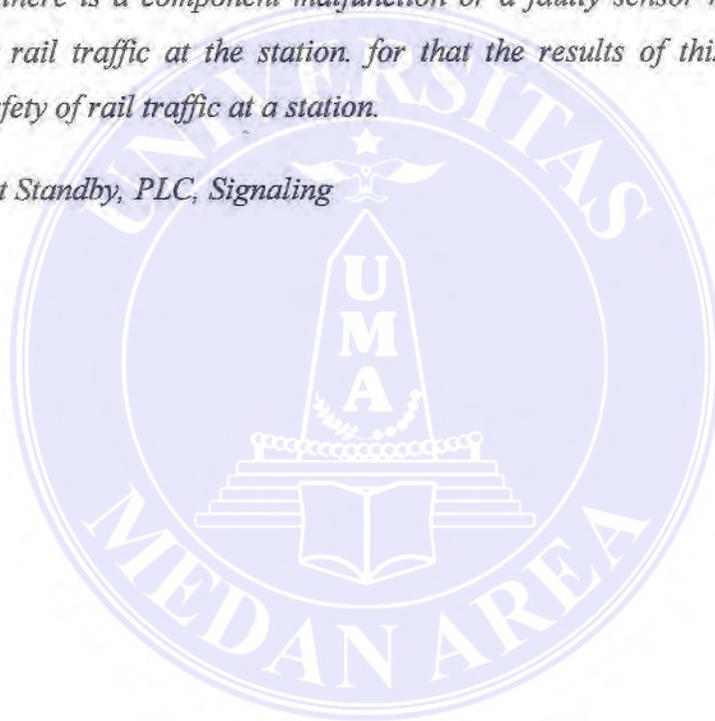
**Kata Kunci :** *Hot Standby, PLC, Persinyalan*



## **ABSTRACT**

*This study aims to create an interlocking simulator using redundancy and HSB (HOT STANDBY) methods. This method will produce a comparison of data from two sensors and two transmission lines with the same data object, so that the required data will be more accurate. The results of the system test show that when there is a disturbance in one of the PLC CPUs, the system will remain active because the backup PLC is always on standby to replace the role of the CPU that is experiencing disturbances and damage, besides that if the input data sent from two sensors in the field is different, then the data is not will be executed, as it indicates that there is a component malfunction or a faulty sensor reading that will endanger rail traffic at the station. for that the results of this study will improve the safety of rail traffic at a station.*

**Keywords:** Hot Standby, PLC, Signaling



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Ruang Lingkup .....	3
1.2.1 Sejarah PT LEN Industri (Persero).....	3
1.2.2 Logo Instansi .....	4
1.2.3 Visi dan Misi Perusahaan .....	5
1.2.4 Struktur Organisasi.....	5
1.2.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek.....	6
1.3 Metode Penelitian.....	7
<b>BAB II STUDI KASUS .....</b>	<b>8</b>
2.1 Sistem Persinyalan Kereta Api.....	8
2.2.1 Sinyal.....	8
2.2.2 Lampu Sinyal .....	9
2.2 Sistem Interlocking.....	9
2.3 LCP ( Local Control Panel ).....	10
2.4 Programmable Logic Control .....	10
2.5 Wesel .....	12
<b>BAB III PENGUMPULAN DATA .....</b>	<b>13</b>
3.1 Gangguan Persinyalan .....	13
3.2 Jenis Sistem Interlocking.....	14
3.3. Program PLC .....	14
3.4 Meja Pelayanan /Local Control Panel (LCP) .....	16

<b>BAB IV ANALISIS .....</b>	<b>23</b>
4.1 Data dan Pembahasan.....	23
4.1.1 Rute Lurus .....	25
4.2 Metode Hot Standbye.....	25
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>27</b>
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran .....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>29</b>



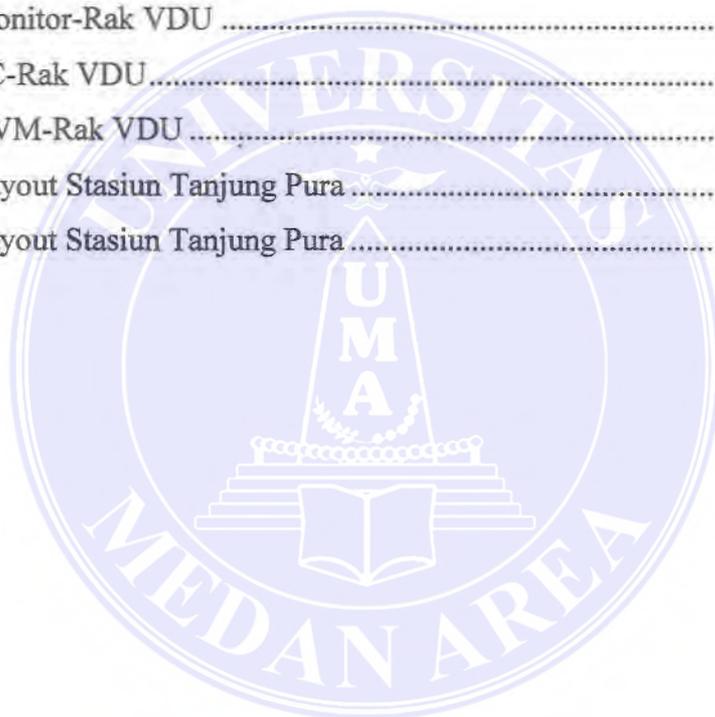
## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar Gangguan Persinyalan Tahun 2020 .....	13
Tabel 4.1 Daftar Rute Lurus.....	23
Tabel 4.2 Metode Hot Standbye.....	25



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Logo PT LEN Industri (Persero) .....	4
Gambar 1.2 Struktur Organisasi PT. LEN Industri (Persero) .....	6
Gambar 2.1 Contoh Sinyal Pada Kereta Api.....	9
Gambar 2.2 Sistem Interlocking.....	10
Gambar 2.3 Programmable Logic Control.....	11
Gambar 2.4 Wesel .....	12
Gambar 3.1 Arsitektur VDU .....	18
Gambar 3.2 Daftar Indikasi VDU .....	19
Gambar 3.3 Monitor-Rak VDU .....	20
Gambar 3.4 PC-Rak VDU.....	21
Gambar 3.5 KVM-Rak VDU .....	22
Gambar 4.1 Layout Stasiun Tanjung Pura .....	24
Gambar 4.2 Layout Stasiun Tanjung Pura .....	26



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sejak zaman penjajah Belanda hingga sekarang ini, kereta api merupakan alat transportasi darat yang sangat dominan dan diandalkan di Indonesia, hal ini karena sifat masalahnya yaitu satu rangkaian kereta api dengan satu lokomotif dapat menarik sekitar 10 gerbong, jika kapasitas setiap gerbongnya 80 penumpang, maka dalam satu kali perjalanan mampu mengangkut kurang lebih 800 penumpang. Dengan fungsinya ini menjadikan kereta api sebagai sarana angkutan dengan biaya murah dan terjangkau oleh masyarakat. Pengguna kereta api menjangkau berbagai kalangan mulai dari kalangan atas, menengah maupun bawah, hal ini karena beberapa variasi tipe pelayanan mulai dari kelas ekonomi, eksekutif dan bisnis. Berdasarkan data yang ada penumpang kereta api di Indonesia selalu mengalami kenaikan dari tahun ke tahun.

Persinyalan di PT. KAI adalah yang terkait dengan tenaga listrik dalam sistem perkeretaapian yang berupa tanda atau indikator yang berupa tanda lampu . Sinyal yang dipasang di emplasemen sebuah stasiun dapat dikategorikan menjadi sinyal utama, sinyal langsir , sinyal berangkat dan sinyal berangkat yang dirangkai dengan sinyal langsir. Sinyal juga dipasang menjelang masuk setasiun sebagai indikator apakah kereta api boleh masuk ke setasiun.

Sistem komunikasi dan informasi yang terintegrasi sangat menunjang suatu perusahaan untuk menunjang operasional yang efisien dan efektif serta dapat meningkatkan layanan dan keselamatan kepada pelanggan. Untuk awalnya membutuhkan investasi yang cukup besar, namun untuk selanjutnya pada tahap perawatan akan mudah dan dapat dimonitoring dengan baik. Untuk meningkatkan pelayanan dan keselamatan kepada pelanggan, faktor terpenting tersebut salah satunya berupa sistem komunikasi dan informasi yang dibuat oleh perusahaan. Hal inilah yang harus diperhatikan pada salah satu perusahaan kereta api terbesar di Indonesia, yaitu PT. Kereta Api Indonesia (PT KAI) Persero yang harus meningkatkan keselamatan pada penggunaanya demi terciptanya transportasi massal yang cepat, tepat, aman, dan informatif.

Transportasi kereta api merupakan transportasi yang sangat digemari banyak negara termasuk Indonesia karena aman dan nyaman. Perusahaan yang menyediakan pelayanan kereta api di Indonesia adalah PT. Kereta Api Indonesia (Persero). Pembelian tiket, pengaturan pemberangkatan dan kedatangan kereta api diatur oleh manajemen PT. KAI (Persero). Pengamanan perjalanan dari stasiun keberangkatan sampai stasiun tujuan melibatkan perangkat elektronik, puluhan pekerja yang mengatur, mengamati dan saling berkomunikasi sepanjang perjalanan kereta api. Perangkat-perangkat elektronik dan persinyalan mempunyai peran penting dalam melakukan kalkulasi, operasi logika, komunikasi dengan tujuan memberikan keamanan perjalanan kereta api. Stasiun kereta api memiliki banyak perangkat persinyalan yang harus diatur. Perangkat-perangkat persinyalan tersebut diatur oleh sebuah sistem yang dikenal sebagai sistem Interlocking.

Sistem interlocking (penguncilan) merupakan otak dari sistem persinyalan elektrik yang terdiri dari komputer khusus yang didesain untuk keselamatan perjalanan kereta api saat pemberangkatan dan kedatangan kereta api. Sistem interlocking terdiri dari prosesor, aktuator (motor wesel, lampu sinyal, dll), akuisisi data dan HMI. HMI yang ada pada sistem interlocking disebut LCP (Local Control Panel). LCP pada sistem interlocking terdiri dari gambaran trek, lampu sinyal, aktuator/symbol wesel, status wesel, status catu daya (indikator gangguan), menampilkan status kepergian dan kedatangan kereta (pelayanan rute) dan lainlain. Sistem interlocking yang ada saat ini menggunakan SIL02. Sistem interlocking ini menggunakan metode redundansi namun operasi perbandingan pada redundansi yang ada saat ini tidak bekerja dan mengakibatkan kesalahan komunikasi data.

Kesalahan komunikasi data tersebut terjadi karena sistem yang ada saat ini hanya menggunakan satu jalur transmisi data. Jalur transmisi data tersebut dicabangkan ke dua buah sensor pendeteksi masukan (Input). Terbatasnya jalur masuk antar stasiun menjadikan pengaturan kereta pada saat banyak kereta yang akan masuk ke stasiun menjadi rumit. Pengaturan masuk dan keluar kereta juga menjadi sulit ketika banyak kereta yang datang dan keluar dari stasiun. Komunikasi antar stasiun juga masih menggunakan radio dimana suara menggunakan komunikasi radio. Komunikasi dengan menggunakan radio sering

kali tidak terdengar jelas sehingga diperlukan indikator lain untuk masinis apabila ingin masuk ke stasiun.

## 1.2. Ruang Lingkup

### 1.2.1. Sejarah PT LEN Industri (Persero)

PT. LEN Industri (Persero) yang lebih dikenal dengan LEN, adalah perusahaan elektronik industri dan prasarana yang bergerak dalam bidang transportasi, informasi & energy, kegiatan LEN mencakup :

- 1 Product development
- 2 Manufacturing
- 3 System solution
- 4 System design
- 5 Enginnering
- 6 System Integration
- 7 Service
- 8 Procurement
- 9 Installation
- 10 Commissioning
- 11 Testing

PT. LEN didirikan sejak tahun 1965. LEN kemudian bertransformasi menjadi sebuah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) pada tahun 1991. Sejak saat itu, LEN bukan lagi merupakan kepanjangan dari Lembaga Elektronika Nasional, tetapi telah menjadi sebuah entitas bisnis professional dengan nama PT. LEN Industri(Persero). Saat ini LEN berada di bawah koordinasi Kementerian Negara BUMN.

Berdiri pada tahun 1965 sebagai intituasi penelitian dan berubah menjadi Badan Usaha Miliki Negara pada tahun 1991, sekarang LEN berada di bawah koordinasi kementerian BUMN. Didukung oleh kemampuan teknologi terkini dan keinginan untuk selalu berada satu langkah dimuka, sebagai industri elektronik

LEN dikenal sebagai produsen pemancar TV sejak tahun 70-an, di mana ratusan pemancar TV LEN terpasang di seluruh pelosok wilayah Indonesia dan

bahkan ke luar negeri. LEN juga membangun kemampuan sebagai produsen Stasiun Bumi Kecil pada tahun 80-an. Pada tahun 90-an, LEN mengembangkan Sistem persinyalan kereta api yang hingga kini telah mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang hingga kini telah tersebar puluhan ribu unit di seluruh pelosok wilayah Indonesia hingga ke mancanegara. Setelah merintis sejak tahun 90-an, pada tahun 2000, LEN membangun keunggulan di bidang elektronika untuk menunjang sistem pertahanan darat, laut, dan udara.

Melalui penyempurnaan teknik produksi dan rekayas yang berkesinambungan, komitmen dan pemahaman pribadi pada kebutuhan-kebutuhan pelanggan, menjadikan LEN sebagai produsen local system Persinyalan Kereta Api, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, dan Pemancar TV. Dalam usaha memberikan mamfaat kepada bangsa dan menyumbangkan peran strategis kepada Negara, PT LEN Industri (Persero) telah mengembangkan :

1. Teknologi yang mendukung kesejahteraan masyarakat, yaitu produksi-produksi berbasis renewable energy (tenaga surya)
2. Teknologi yang mendukung kedaulatan Negara, yaitu pertahanan, transportasi, dan teknologi informasi dan komunikasi.
3. Pendukung keduanya yaitu manufacturing.

Sebagai BUMN, LEN memperoleh perlakuan yang sama seperti entitas bisnis lainnya. LEN harus mampu berdiri sendiri dan memberikan maanfaat bagi Negara. Penerapan standar-standar Internasional untuk pelaporan, produksi, perawatan dan pengolahan data merupakan bagian dari usaha yang tak kenal lelah untuk menjadikan LEN sebagai pemain global.

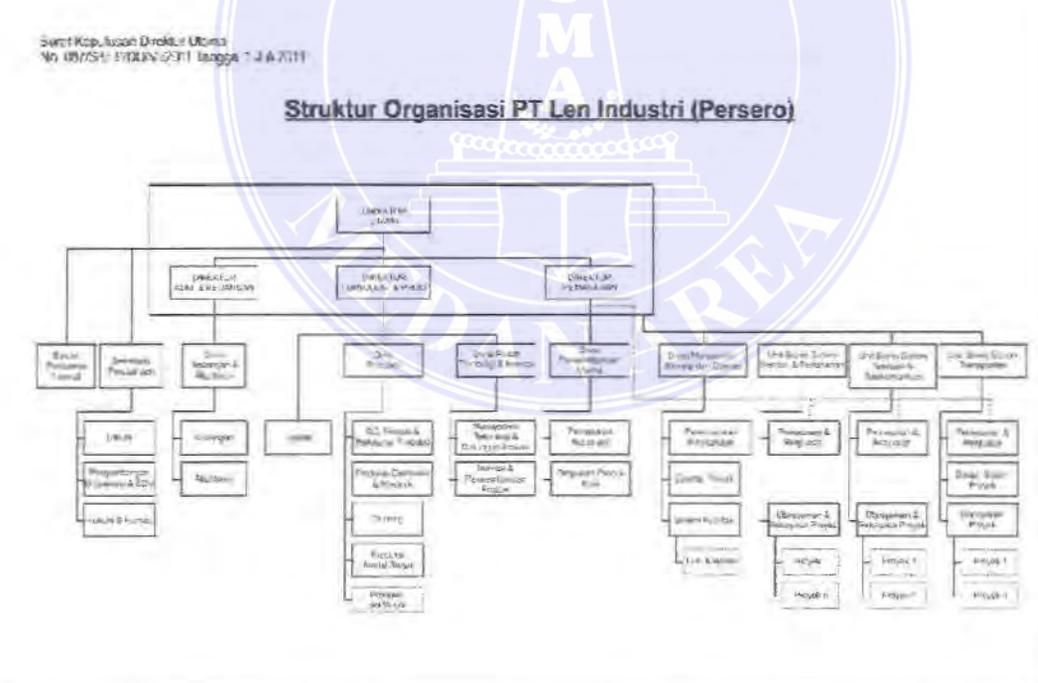
### 1.2.2. Logo Instansi



Gambar 1.1 Logo PT. LEN Industri (Persero)



1. Unit bisnis dan energy
  2. Unit bisnis transportasi
  3. Unit bisnis informasi dan pertahanan
- B. 1 unit produksi :
1. Unit produksi
- C. 11 unit organisasi pendukung :
1. Suatu pengawas intern
  2. Pusat quality assurance
  3. Sekertaris perusahaan
  4. Bagian system logistic
  5. Bagian system informasi
  6. Bagian perbendaharaan dan anggaran
  7. Bagian akuntansi
  8. Bagian perencanaan perusahaan
  9. Bagian humas dan promosi
  10. Bagian pengembangan sdm
  11. Bagian administrasi dan umum
- D. Kelompok fungsional senior :
1. Asisten direk



Gambar 1.2 Struktur Organisasi PT. LEN Industri (Persero)

**1.2.5. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek**

Tempat : STASIUN KERETA API TANJUNG PURA (PT. LEN RAILWAY SYSTEM)

Alamat : Stasiun KA Tanjung Pura Proyek Jalur Kereta api Binjai-  
Besitang jl. Amir hamzah no. 120 pasar 3 kelurahan jati  
utomo , Binjai,Deli Sedang, Sumatera Utara.  
Waktu pelaksanaan : 1 Maret 2021 – 29 Maret 2021 Jam 08.00 WIB s/d  
16.00 WIB

### 1.3. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan penulis dalam penyusunan laporan ini adalah :

1 Study Keperpustakaan (Library research)

Studi keperpustakaan yaitu mengumpulkan bahan-bahan referensi dari berbagai sumber ilmiah seperti buku, jurnal, paper, makalah, maupun situs internet yang berhubungan dengan penelitian.

2 Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengadakan pengamatan langsung terhadap objek yang akan diteliti serta pencatatan secara cermat dan sistematis.

3 Analisis dan Simulasi

Dengan cara pengenalan secara langsung, bertanya langsung pada sumber.

## BAB II

### STUDI KASUS

#### 2.1. Sistem Persinyalan Pada Kereta api

Sistem persinyalan kereta api merupakan hal yang sangat vital untuk memastikan perjalanan kereta api dapat berlangsung dengan selamat dan menghindari tabrakan antar kereta atau kereta terguling karena melebihi batas kecepatan di tikungan. Sistem ini akan memberi aba-aba kepada masinis untuk menjalankan kereta api dengan kecepatan penuh, kecepatan terbatas atau berhenti.

Untuk persinyalan modern, sistem persinyalan ini tidak lagi memberi aba-aba kepada masinis berupa warna cahaya ataupun posisi lengan mekanik, melainkan langsung memberi perintah kepada sistem penggerak kereta api secara nirkabel. Sehingga peran masinis bisa dihilangkan atau dikurangi kewenangannya untuk mengurangi resiko kecelakaan akibat human error.

Untuk sistem persinyalan elektronik yang menggunakan isyarat warna lampu dengan menggunakan sistem programmable electronic sebagai otaknya atau lebih dikenal dengan istilah electronic interlocking, mulai digunakan pada sistem perkeretaapian Indonesia pada era 1990-an. Teknologi yang digunakan sebelumnya di beberapa stasiun masih menggunakan rangkaian relay sebagai otaknya, bahkan sebagian besar lintas perkeretaapian Indonesia saat masih menggunakan persinyalan mekanik. Sistem persinyalan adalah sarana untuk menjaga keselamatan dan mengatur operasi kereta api yang efektif dan efisien dengan jalan membagi ruang dan waktu.

##### 2.1.1. Sinyal

Sinyal adalah seperangkat alat yang berfungsi untuk memberikan isyarat berupa bentuk atau warna untuk mengatur perjalanan kereta api. Untuk mengubah aspek sinyal dari aspek berhenti (stop aspect) ke aspek aman (proceed aspect), dibutuhkan operator yang bertugas membentuk rute dari sinyal asal ke tujuan.



Gambar 2.1 Contoh Sinyal pada Kereta Api

### 2.1.2. Lampu Sinyal

Lampu sinyal pada sistem persinyalan kereta api berfungsi sebagai petunjuk bagi masinis dalam mengetahui jalur mana yang telah terbentuk dan trek mana yang dapat dilalui. Lampu sinyal terdiri dari lampu sinyal masuk, sinyal jalan dan sinyal trek.

### 2.2. Sistem Interlocking

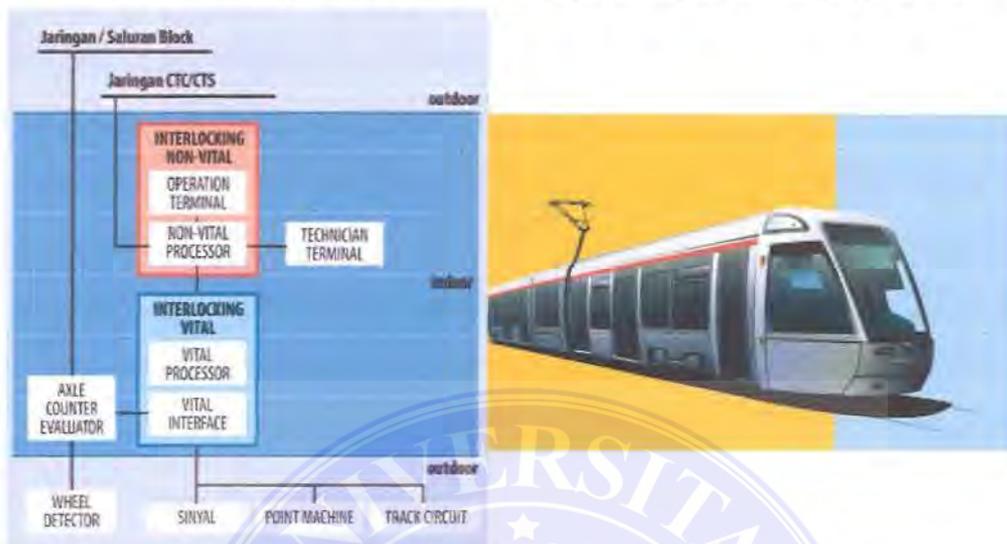
Penggunaan persinyalan dengan menggunakan electronic interlocking ini tentu saja bermanfaat untuk meningkatkan tingkat keselamatan dan juga meningkatkan kapasitas penumpang. Sistem persinyalan elektronik pada awalnya masuk dengan dana pinjaman asing yang tentu saja mengharuskan menggunakan produk dari negara tempat pinjaman tersebut berasal. Penggunaan persinyalan dengan menggunakan electronic interlocking ini tentu saja bermanfaat untuk meningkatkan tingkat keselamatan dan juga meningkatkan kapasitas penumpang. Tapi di sisi lain tingkat ketergantungan terhadap produk asing menjadi sangat tinggi, salah satunya keperluan suku cadang. Sistem Interlocking Len (SIL-02 NextG) merupakan sistem interlocking elektronik menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) berbasis dual processor yang saling berkomparasi dan menggunakan prinsip failsafe.

Secara umum sistem persinyalan berbasis teknologi electronic interlocking terdiri dari beberapa bagian yaitu:

- A. Sistem Interlocking Vital yang merupakan pengontrol utama perangkat persinyalan yang terpasang pada jalur kereta api.
- B. Sistem Interlocking Non-Vital yaitu sistem yang menerima perintah dari operator dan menyediakan indikasi status perangkat yang terpasang di lintas kepada operator.

Perangkat yang terpasang pada jalur kereta diantaranya:

- Lampu sinyal, perangkat yang memberi aba-aba kepada masinis.
- Point Machine, perangkat yang berfungsi sebagai pemindah jalur rel.



Gambar 2.2 Sistem Interlocking

### 2.3. LCP (Local Control Panel)

Local Control Panel (LCP) adalah penghubung antara pengendali dengan peralatan persinyalan elektrik dalam melayani pembentukan rute kereta api dan rute langsir maupun memonitor indikasi sinyal-sinyal, trek-trek sirkit, pergerakan kereta api dan langsiran serta kedudukan weselwesel dalam wilayah kendali interlocking atau penguncilan. LCP menerima input dari train detector, signal proving, point position detection, block information control (input) dan tombol tambahan lainnya seperti Level Crossing Acknowledge Button. Sebagai output interlocking mengendalikan point machine, signal lamp, dan block information control (output).

### 2.4. PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL

Programmable logic controller (PLC) adalah suatu sistem kontrol yang terdiri dari peralatan elektronik yang digunakan untuk mengontrol proses tertentu. PLC merupakan bagian dari sistem kontrol yang terhubung dengan komponen kontrol seperti switch, solenoid, dan sensor-sensor lainnya. PLC yang merupakan bagian dari kontrol sistem terhubung langsung dengan kontrol proses yang

dilakukan sesuai dengan program yang ada pada memori PLC, PLC akan menerima data sinyal masukan memprosesnya dan menghasilkan keluaran sebagai data keluarannya.

- Input interface (masukan) : berupa sinyal dari peralatan lain seperti photoelektrik, microswitch, pushbutton, dan masih banyak lagi, baik dalam bentuk analog maupun digital yang digunakan sebagai signal instruksi dalam program.
- Output interface (keluaran) : hasil dari eksekusi suatu program yang terhubung dengan peralatan lain seperti relay, lampu indikator, dll. Output ini bisa berupa analog maupun digital dan AC ataupun DC.
- Power Supply (catu daya) : merupakan unit yang menyediakan daya untuk kebutuhan PLC.
- Central Processing Unit (CPU) : suatu perangkat yang mampu untuk menyimpan data dan program. Digunakan untuk memproses program, sinyal I/O serta berkomunikasi dengan peralatan lain.
- Memory : tempat menyimpan program dan data aplikasi yang ada pada PLC.



Gambar 2.3 Programmable Logic Control

## 2.5. Wesel

Wesel atau Turnout adalah suatu sistem mekanik yang memungkinkan kereta api untuk dibimbing dari satu track ke track yang lain pada sebuah persimpangan jalan kereta api.

Pada ujung turnout terdapat sepasang rel meruncing menempel lurus yang dikenal sebagai lidah (swith point) terletak di antara rel luar. Lidah ini dapat dipindahkan lateral ke salah satu dari dua posisi untuk mengarahkan kereta api yang datang dari ujung menuju jalan yang lurus atau menyimpang (belok Kiri atau Kanan).

Komponen Turnout antara lain :

- Variasi Baseplate (standar baseplate, slide chair baseplate, Guard rail baseplate dst)
- Rail Fastening (Elastis clip / rigid clip)
- Fishplate
- Fishbolt, Nut & spring washer
- Screw spike, Nut & spring washer
- Baut-baut khusus
- Distant Block
- Stopper
- Rubber pad
- Bantalan kayu & bantalan beton (Wika Beton)



**Wesel/  
Switch/  
Point**

Gambar 2.4 Wesel

## BAB III

### PENGUMPULAN DATA

#### 3.1. Gangguan Persinyalan

Untuk merancang Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis Plc Dengan Metode HSB (Hot Standby) diperlukan data awal berupa gangguan persinyalan yang terjadi di seluruh stasiun yang menggunakan sistem interlocking, jumlah gangguan yang telah terjadi pada persinyalan ditunjukkan pada tabel dibawah ini

Table 3.1 Data Gangguan Persinyalan Tahun 2020

NO.	DAERAH	JUMLAH GANGGUAN
1.	Binjai	3
2.	Kuala Bingai	6
3.	Stabat	5
4.	Tanjung Selamat	3
5.	Tanjung Pura	9
6.	Gebang	2
7.	Pangkalan Brandan	6
8.	Besitang	8

Dari data tersebut menunjukkan bahwa gangguan terjadi dalam rentang waktu satu tahun. Dari data Jumlah gangguan yang terjadi dalam rentang waktu satu tahun, cukup mendapatkan perhatian dalam mengatasinya. Selain dari data tersebut, Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis Plc Dengan Metode HSB (Hot Standby) mengacu pada Pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia khususnya pada bidang persinyalan interlocking pada pasal 13 yang berbunyi: persinyalan elektrik sebagaimana dimaksud ayat (1) huruf b harus memenuhi persyaratan yang meliputi: b. Menggunakan teknologi yang sudah teruji aman atau sudah tersertifikasi.

### 3.2. Jenis Sistem Interlocking

Jenis Jenis Interlocking Ada beberapa jenis interlocking yaitu :

#### 1. Mechanical Interlocking

Pada peralatan mechanical interlocking, dibuat locking bed, yang terdiri dari palang baja membentuk jaringan. Tuas yang mengoperasikan switch, pemindah rel, sinyal atau peralatan lainnya dhubungkan ke palang yang bergerak dalam satu arah.

#### 2. Electro – Mechanical Interlocking

Electro-Mechanical Interlocking juga menggunakan penguncian mekanik untuk memastikan urutan yang tepat dari tuas, tapi tuas yang digunakan jauh lebih kecil dibanding pada mechanical interlocking, karena mereka tidak secara langsung mengontrol perangkat lapangan

#### 3. Relay Interlocking

Interlocking dilakukan secara full elektrik (kadang-kadang disebut sebagai "all-electric") terdiri dari sirkuit kompleks yang tersusun atas relay - relay dalam suatu pengaturan logika relay yang memastikan state atau posisi masing-masing sinyal peralatan.

#### 4. SIL-02

Sistem interlocking yang digunakan pada PT KAI TANJUNG PURA ialah SIL-02 yang termasuk jenis relay interlocking, tujuan dari perancangan sistem NX ini antara lain :

- 1 Menyederhanakan pengarahannya rute kereta api
- 2 Mempercepat pengoperasian sistem
- 3 Meminimalisir kemungkinan error yang terjadi selama pembuatan rute kereta api.

### 3.3. Pemograman PLC

Berkaitan dengan pemrograman PLC, ada lima model atau metode yang telah distandardisasi penggunaannya oleh IEC (International Electrotechnical Commission) adalah sebagai berikut:

#### 3.3.1. Ladder Diagram

Ladder diagram adalah bahasa pemrograman universal PLC. Ini memiliki singkatan singkat sebagai LD dan juga dikenal sebagai Ladder Logic atau jika dai

artikan kedalam bahasa indonesia adalah Diagram Tangga. Ladder diagram dapat di gunakan pada programmable logic controller. Dan itu adalah salah satu bahasa pemrograman tertua untuk PLC. Pada ladder diagram, bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat program untuk mengontrol sistem PLC dikenal dengan istilah Ladder Diagram Language atau Ladder Logic Language.

Umumnya, Diagram Tangga paling populer di seluruh dunia (termasuk Indonesia). Bahasa ini mudah dipelajari dengan menggunakan gerbang logika dan beberapa aturan pemrograman penting.

Kelebihan Ladder Diagram (LD):

1. Ladder diagram adalah konstruksi logika sederhana dan lebih dapat diandalkan daripada pengontrol sirkuit elektronik.
2. Mudah dipelajari dan dibaca programnya.
3. Setiap simbol pemrograman dapat melakukan tindakan tertentu.
4. Ini memiliki representasi yang baik untuk logika diskrit.
5. Mudah untuk memecahkan masalah.

3.3.2. Instruction List (IL)

Instruction List (IL) adalah jenis lain dari bahasa pemrograman Programmable Logic Controller. Ini menggunakan kode mnemonik. Jadi sintaks dari bahasa pemrograman ini mudah diingat. Secara umum merek AB PLC berfungsi pada bahasa pemrograman Instruction List (IL).

Kelebihan Instruction List (IL)

1. Ini memiliki kecepatan eksekusi yang lebih tinggi.
2. Dibutuhkan lebih sedikit memori dibandingkan dengan bahasa pemrograman lain

3.3.3. Structured Text (ST)

Bahasa PLC structured text secara singkat dilambangkan dengan 'ST' dan 'STX'. Ini menggunakan sintaks bahasa pemrograman tingkat tinggi. Sintaks ST mirip dengan sintaks bahasa pemrograman tingkat tinggi dengan loop, variabel, kondisi, dan operator.

Kelebihan Structured Text :

1. Structured text sangat mudah dipahami oleh programmer pemula dan berpengalaman.

2. Format pengkodean standarnya, mudah untuk mengedit dan memodifikasi program yang ditulis dalam bahasa ST.

#### 3.3.4. Function Block Diagram (FBD)

Function Block Diagram (FBD) adalah cara yang populer dan mudah untuk menulis program seperti halnya Ladder Diagram. FBD direpresentasikan seperti kotak yang terdiri dari sejumlah baris kode untuk meletakkan fungsi pemrograman yang berbeda.

#### 3.3.5. Sequential Function Charts (SFC)

Sequential Function Charts (SFC) juga merupakan bahasa pemrograman grafis. Ini bukan basis teks. Ini telah menjadi sebuah metode populer untuk menentukan secara akurat persyaratan kontrol sekuensial. Manfaat SFC mudah dipahami. Karena Sahabat dapat memvisualisasikan apa yang terjadi dan kapan itu terjadi dalam prosedur pengkodean.

Fungsi utama SFC hanya bagian aktif dari kode yang dijalankan. Karenanya, akan lebih mudah untuk memecahkan masalah dan mengubah kode jika terjadi masalah.

### 3.4. MEJA PELAYANAN/LOCAL CONTROL PANEL (LCP)

Dalam sistim persinyalan, yang telah diuraikan dalam posting sebelumnya, kita kenal istilah peralatan luar (Outdoor Equipment) dan peralatan dalam (Indoor Equipment). Salah satu peralatan dalam yang ditempatkan di Ruang PPka (Pemimpin Perjalanan Kereta api) adalah Meja Pelayanan.

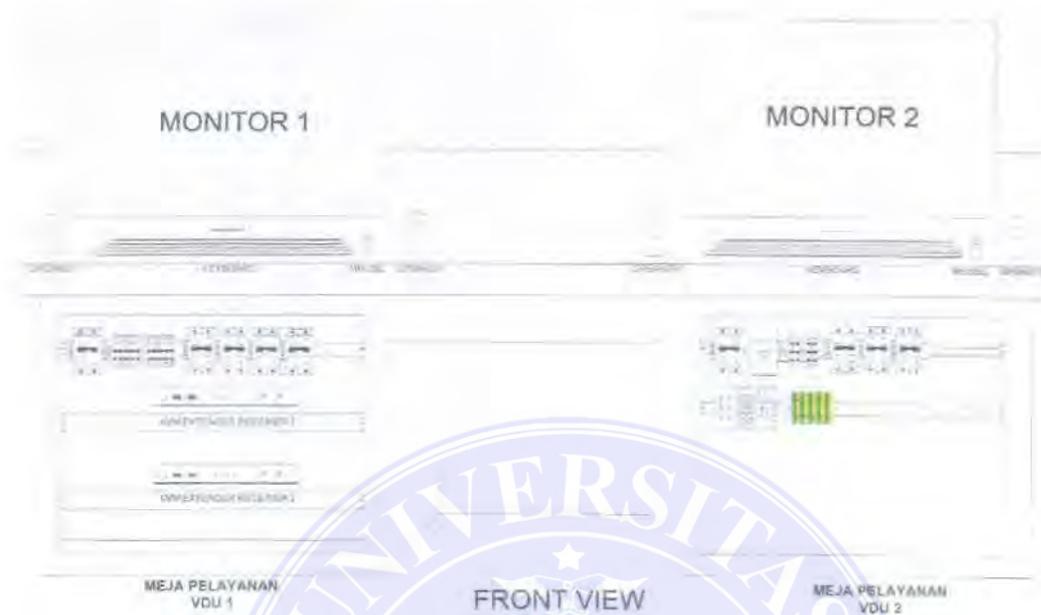
Fungsi peralatan Meja Pelayanan tersebut :

Meja pelayanan merupakan penghubung antara pengendali dengan peralatan persinyalan elektrik dalam melayani pembentukan rute kereta api dan rute langsir maupun memonitor indikasi sinyal-sinyal, trek-trek sirkit, pergerakan kereta api dan langsiran serta kedudukan wesel-wesel dalam wilayah kendali pengucilannya.

Untuk sistim sinyal mekanik, disebut Meja Mistar dan dilengkapi peralatan krek dan tuas hendel untuk menggerakkan sinyal dan wesel sesuai dengan tujuan dan arah kereta api yang datang atau berangkat dari stasiun, sedangkan dalam sistim sinyal listrik disebut Local Control Panel (LCP).

Meja Pelayanan dalam sistim sinyal listrik terdiri dari dua jenis yaitu :

1. Local Control Panel (LCP)
2. VDU ( Visual Display Unit )



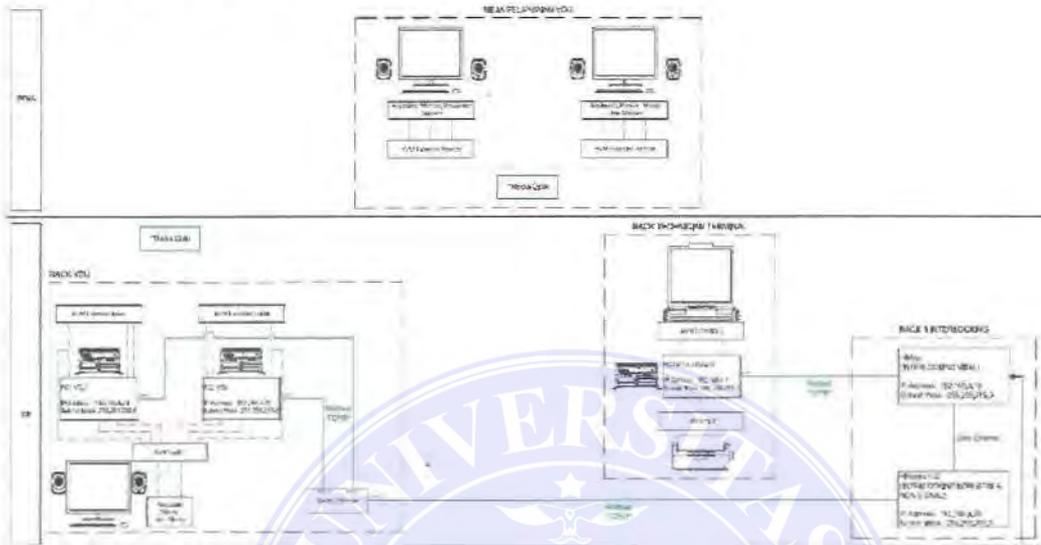
Gambar 3.1 Meja Pelayanan

Persyaratan Utama Meja Pelayanan adalah :

1. Harus menggambarkan tata letak jalur kereta api, kedudukan dan keadaan peralatan sinyal yang terpasang di lintas dalam wilayah pengendaliannya. Wilayah pengendalian dalam stasiun mulai sinyal muka ke sinyal muka.
2. Harus dilengkapi dengan alarm untuk pendeteksi kegagalan ataupun gangguan fungsi peralatan.
3. Harus mempunyai ketahanan dari pengaruh induksi yang ada disekitarnya, baik induksi elektro magnetik maupun induksi lainnya.
4. Harus dilengkapi dengan tombol pelayanan, indikator dan pesawat pencatat ( counter ).
5. Semua tombol harus dilengkapi dengan sirkit pengamat, yang berfungsi apabila satu tombol atau lebih tertekan lebih dari 8 detik, maka alarm akan bekerja atau berbunyi dan pengucilan tidak dapat dilakukan. Hal ini merupakan sistim "fail safe" peralatan, sehingga terhindar dari kesalahan operasi pengendali.
6. Semua tombol mempunyai warna sesuai dengan peruntukannya.

### 3.4.1. VISUAL DISPLAY UNIT (VDU).

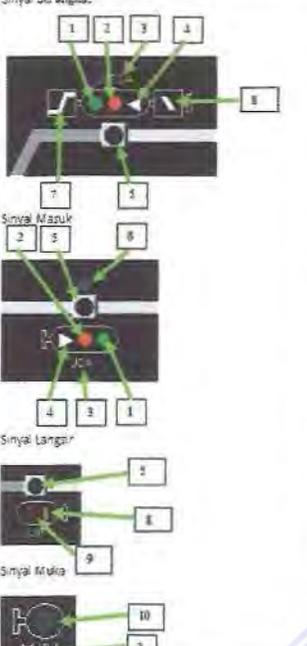
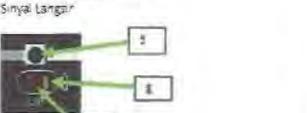
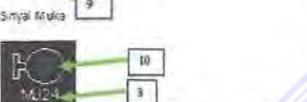
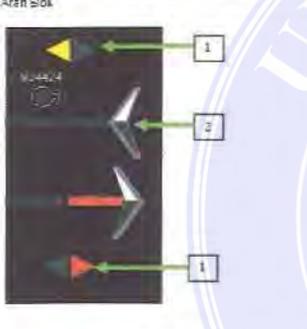
Jenis VDU menggunakan PC (Personal Computer) lengkap dengan aplikasi operator interfacenya. PC beserta monitornya ini didefinisikan sebagai meja pelayanan VDU.



Gambar 3.1 Arsitektur VDU

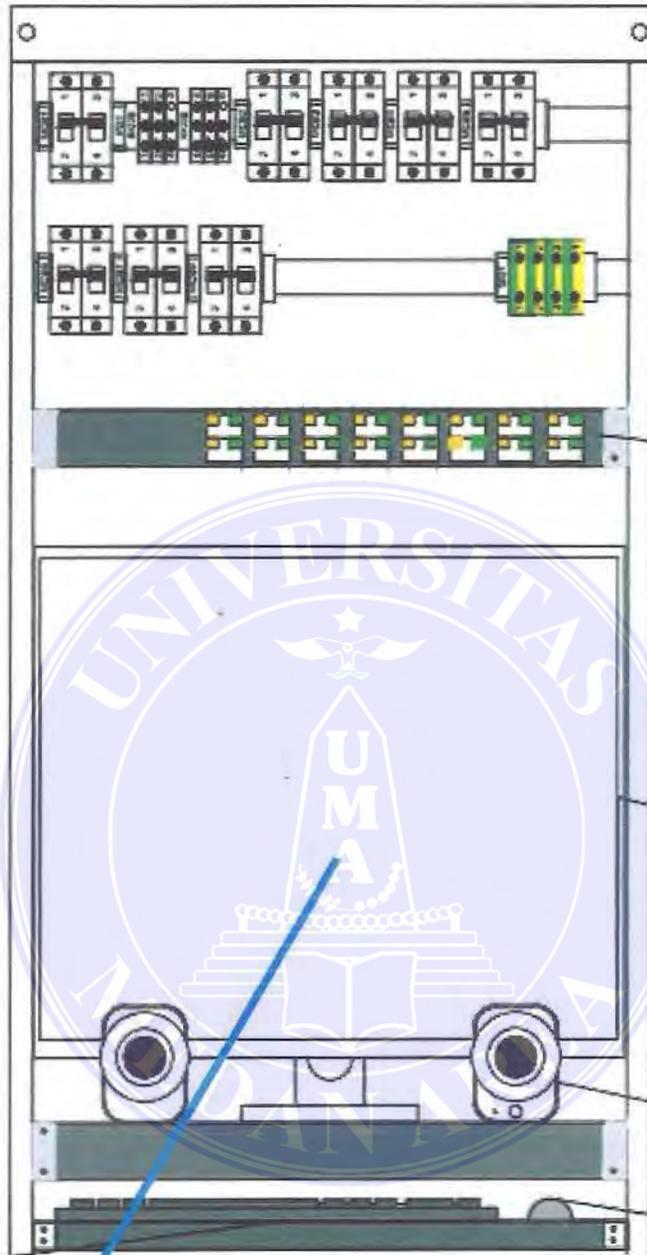
Daftar Indikasi – VDU, Yaitu :

INDIKASI	DESKRIPSI
<p>Sirkuit Lintasan</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sirkuit Lintasan : Sirkuit lintasan diindikasikan dengan bentuk persegi panjang. Kondisi simbol sebagai berikut: Abu : Jalur tidak terisi kereta (clear) Kuning : Rute jalur kereta telah terbentuk Merah : Jalur sudah terisi oleh kereta</li> <li>Label : Indikasi nama versiole sirkuit lintasan.</li> </ol>
<p>Lintasan dengan Weasel (Posisi Normal)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Lintasan : Indikasi kondisi lintasan, tidak terisi, terisi atau rute telah dibentuk. Lihat keterangan lintasan di atas.</li> <li>Indikasi kunci weasel : menunjukkan weasel terkunci Abu : weasel tidak terkunci Merah : weasel terkunci</li> <li>Indikasi sekot weasel : menunjukkan weasel tersekat Abu : weasel tidak tersekat Kuning : weasel tersekat</li> <li>Indikasi weasel posisi normal : menunjukkan weasel posisi normal Kuning : weasel terdeteksi dalam posisi normal, jalur weasel tidak terisi kereta atau rute telah terbentuk Merah : Weasel terdeteksi dalam posisi normal, jalur weasel terisi kereta Kuning and berkedip : Hilang koneksi dengan weasel, jalur weasel tidak terisi kereta atau rute telah terbentuk Merah and berkedip : Hilang koneksi dengan weasel, jalur weasel terisi kereta</li> <li>Indikasi weasel posisi reverse : menunjukkan weasel posisi reverse Kuning : weasel terdeteksi dalam posisi reverse, jalur weasel tidak terisi kereta atau rute telah terbentuk Merah : Weasel terdeteksi dalam posisi reverse, jalur weasel terisi kereta Kuning and berkedip : Hilang koneksi dengan weasel, jalur weasel tidak terisi kereta atau rute telah terbentuk Merah and berkedip : Hilang koneksi dengan weasel, jalur weasel terisi kereta</li> <li>Tombol control weasel : digunakan untuk memberikan perintah mengganti posisi weasel. Dibekas : aktif Tidak dibekas : tidak aktif</li> <li>Label : Indikasi nama weasel.</li> </ol>
<p>PS/M Counter</p>	<p>Indikasi : counter tombol barbu kereta masuk</p>
<p>PPB Counter</p>	<p>Indikasi : counter tombol penghapus blok</p>

<p>Sinyal berangkat</p>  <p>Sinyal Masuk</p>  <p>Sinyal Langsir</p>  <p>Sinyal Muka</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Aspek sinyal utama</b> : menunjukkan hijau Abu : sinyal hijau di lapangan tidak menyala Hijau : Aman, dapat melaju, aspek hijau/kuning Berkedip : kegagalan filament utama/kerusakan lampu sinyal utama</li> <li><b>Aspek sinyal utama</b> : menunjukkan merah Abu : sinyal merah di lapangan tidak menyala Merah : berhenti, tidak aman Berkedip : kegagalan filament utama/kerusakan lampu sinyal utama</li> <li><b>Sinyal label</b> : indikasi nama sinyal</li> <li><b>Aspek emergency</b> : menunjukkan adanya emergency Abu : emergency tidak aktif Putih : emergency aktif</li> <li><b>Tombol sinyal</b> : digunakan untuk memuat perintah pembenturan rute samae sinyal yang bersangkutan Hitam : rute tidak terbentuk Kuning : rute telah terbentuk Kuning &amp; berkedip : pembatasan pembentukan rute</li> <li><b>Kereta mendekat</b> : indikasi kereta telah mendekati sinyal muka. Abu : tidak ada kereta mendekat Merah : kereta mendekat seperti dengan buzzer Merah &amp; berkedip : kereta mendekat dan rute tidak terbentuk</li> <li><b>Aspek contraflow</b> : indikasi rute contraflow. Abu : tidak ada rute contraflow aktif Putih : rute contraflow aktif</li> <li><b>Sinyal langsir putih</b> : Abu : sinyal langsir putih di lapangan tidak menyala Putih : sinyal langsir putih di lapangan menyala, mengindikasikan tidak berhenti dan boleh langsir</li> <li><b>Sinyal langsir merah</b> : Abu : sinyal langsir merah di lapangan tidak menyala Merah : sinyal langsir merah di lapangan menyala, mengindikasikan tidak boleh langsir</li> <li><b>Sinyal Muka</b> : Abu : sinyal muka di lapangan tidak menyala Merah : berhenti, tidak aman Hijau : aman, dapat melaju, aspek hijau/kuning Berkedip : kegagalan filament utama/kerusakan lampu sinyal utama</li> </ol>
<p>Arah Blok</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Panah untuk arah blok</b> : indikasi arah blok kereta ke stasiun tujuan atau dari stasiun berangkat Abu : tidak ada rute ke/dari blok jalur Kuning : rute telah dibentuk Merah : rute telah di bentuk dan jalur blok telah terisi</li> <li><b>Deteksi kereta normal</b> : hanya digunakan pada ujung lokal terminal HMI untuk mengindikasikan arah kereta normal ke stasiun selanjutnya.</li> </ol>
<p>Indikasi Console Heartbeat</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Console Heartbeat</b> : selalu berkedip untuk mengindikasikan aplikasi HMI dan HMI hardware dalam keadaan beroperasi dan memberikan respon secara normal.</li> </ol>
<p>PSD Counter</p> 	<p>Indikasi counter untuk rute emergency, counter akan bertambah jika operator melepas kontrol emergency.</p>
<p>PPR Counter</p> 	<p>Indikasi counter pembatalan rute, counter akan bertambah jika operator melakukan pembatalan rute.</p>
<p>PPWD counter</p> 	<p>Indikasi counter wesel emergency, counter akan bertambah jika operator melakukan operasi emergency pergerakan wesel.</p>
<p>PPW Counter</p> 	<p>Indikasi counter wesel terganggu, counter akan bertambah jika operator melakukan operasi wesel terganggu.</p>

Gambar 3.2 Daftar Indikasi VDU

## 1. Monitor - Rak VDU



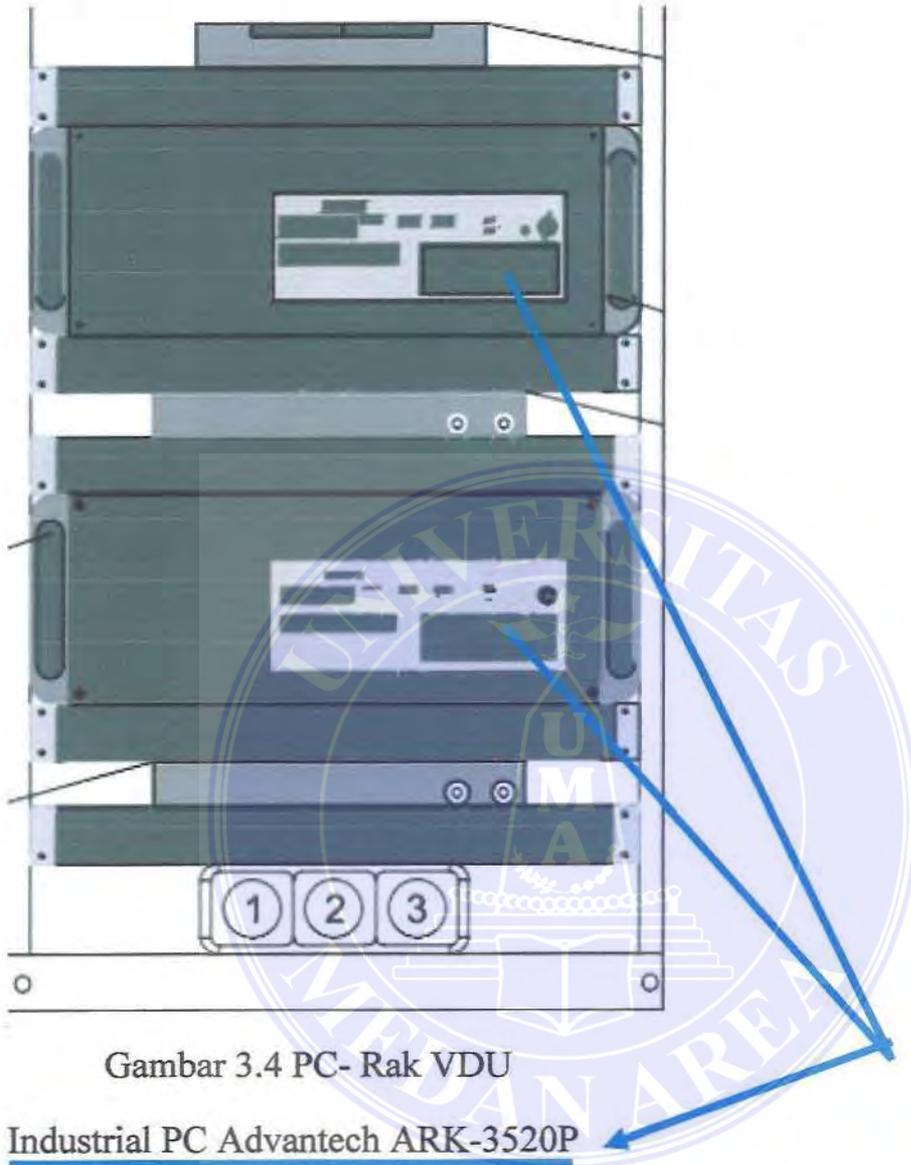
Gambar 3.3 Monitor-Rak VDU

### Display DELL S2216H

- Display Size **21.5"** VGA, HDMI LCD monitor
- Superior video quality – up to **1920 x 1080 (Full HD)**
- Adjustable depth to fit within the rack



## 2. PC - Rak VDU



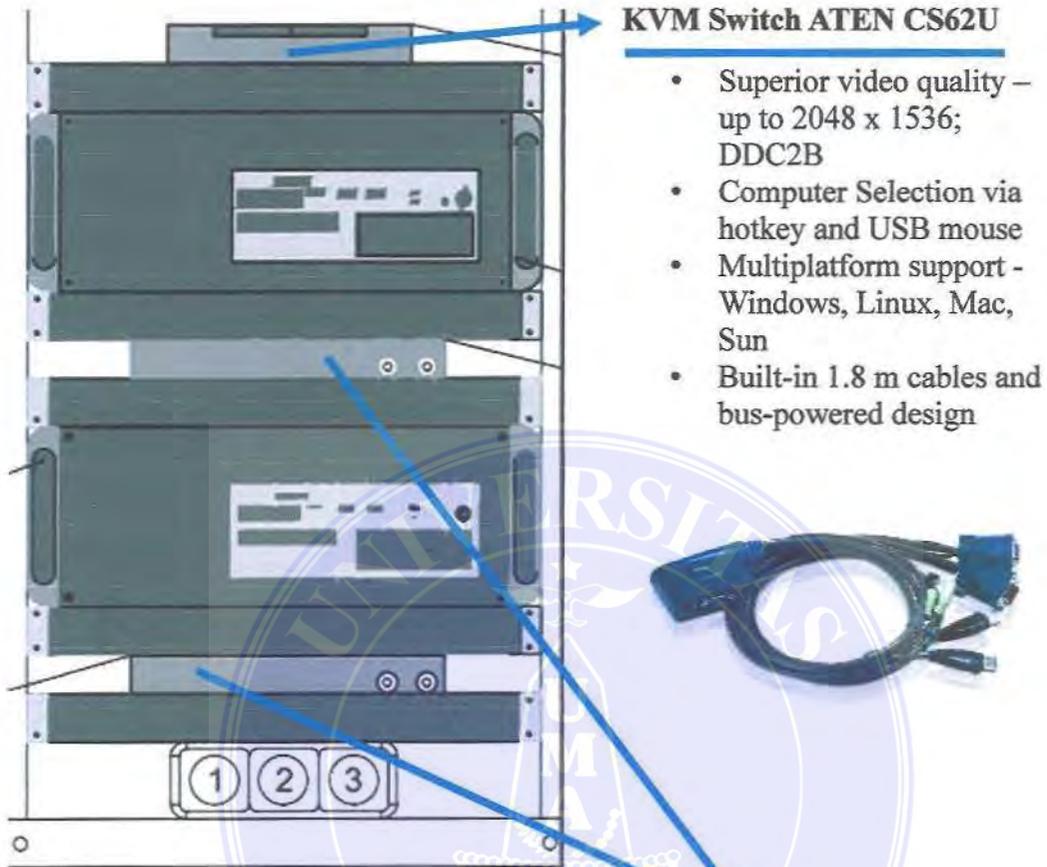
Gambar 3.4 PC- Rak VDU

### Industrial PC Advantech ARK-3520P

- Intel® Core™ i5-6440EQ processor (Quad Core)
- Independent display: VGA + HDMI + Option Display
- DDR4 SO-DIMM memory 4 GB
- 9-36V wide range Power input
- **2 Removable 2.5" SSD Samsung 256 GB**
- **Fanless**



### 3. KVM - Rak VDU



Gambar 3.5 KVM- Rak VDU

#### KVM Extender ADDERLINK XD150FX

- KVM (Keyboard, Video, Mouse) transmits high res video
- Temperature-controlled environment
- USB 2.0 and audio signals up to 4km (2.5miles)



## BAB IV ANALISIS

### 4.1 DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1.1. Rute Lurus

Data yang di ambil pada penelitian ini dilakukan pada komunikasi PLC ,, pada stasiun Kereta Api Tanjung Pura dengan keadaan normal atau jalur yang akan dilalui kereta api clear, data yang dilihat adalah data dibawah ini .

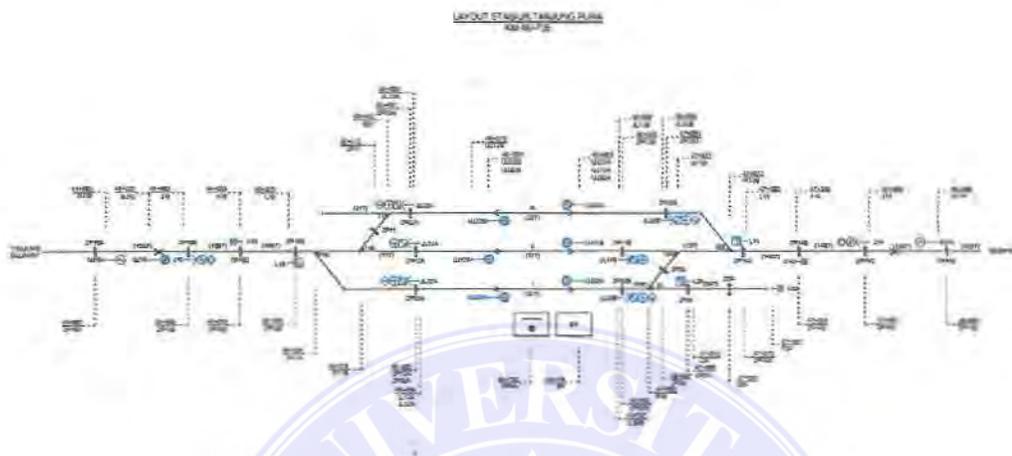
Tabel 4.1 Data rute lurus

Sensor 10AT dan 10BT		
Sensor 10AT	Sensor 10BT	Out
X	X	Fail
V	V	Success
X	V	Fail
V	X	Fail
X	X	Fail
X	V	Fail
V	V	Success
V	X	Fail
Sensor 14BT dan 14CT		
Sensor 14BT	Sensor 14CT	Out
V	X	Fail
X	X	Fail
X	V	Fail
V	V	Success
V	X	Fail
X	X	Fail
X	V	Fail
V	V	Success

Analisis Data :

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa jika salah satu data yang dikirimkan berbeda, maka output tidak akan dieksekusi, atau fail sebaliknya, jika

data yang dikirimkan sama antara PLC A dan PLC B maka output akan dieksekusi atau success, data tersebut memperlihatkan sistem redundansi yang ada pada komunikasi antar PLC di sebuah sistem interlocking.



Gambar 4.1 Layout Stasiun Tanjung Pura

Berdasarkan Tabel 4.1 dengan mengambil 4 sampel Sensor . Pada sensor 10AT dan 10BT yang dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai pendeteksi kedatangan Kereta Api dari Stasiun Tanjung Selamat. Pada saat Roda Kereta Api berada atau melintasi sensor dengan jarak yang sudah ditentukan maka sensor kan membaca/menghitung setiap roda yang melintasi sensor tersebut. Jika terdapat 24 roda kereta api melintasi sensor tersebut pada sensor 10AT, sensor 10AT akan menghitung yang dimulai dari angka 1 hingga 24 karena roda kereta api tersebut terdapat 24 yang melintasi Sensor 10BT. Begitupun sebaliknya pada sensor 10BT, Sensor 10BT membaca/menghitung dari 24 hingga 1 karena terdapat 24 roda yang melintasi sensor 10BT . Jika salah satu roda pada Sensor 10AT atau 10BT tidak terbaca atau terdeteksi maka input pada Sensor 10AT atau 10BT akan *fail*, Jika semua roda kereta api terbaca pada sensor 10AT dan 10BT maka sesor akan aktif atau *success* .

Pada sensor 14BT dan 14CT yang dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai pendeteksi keberangkatan Kereta Api dari Stasiun Tanjung Selamat. Pada saat Roda Kereta Api berada atau melintasi sensor dengan jarak yang sudah ditentukan maka sensor kan membaca/menghitung setiap roda yang melintasi sensor tersebut. Jika terdapat 24 roda kereta api melintasi sensor tersebut pada sensor 14BT,

sensor 14BT akan menghitung yang dimulai dari angka 1 hingga 24 karena roda kereta api tersebut terdapat 24 yang melintasi Sensor 14CT. Begitupun sebaliknya pada sensor 14CT, Sensor 14CT membaca/menghitung dari 24 hingga 1 karena terdapat 24 roda yang melintasi sensor 14CT . Jika salah satu roda pada Sensor 14BT dan 14CT tidak terbaca atau terdeteksi maka input pada Sensor 14BT dan 14CT akan *fail*, Jika semua roda kereta api terbaca pada sensor 14BT dan 14CT maka sesor akan aktif atau *success* .

## 4.2 Metode Hot Standby

Analisis Metode Hot Standby pada Sistem Interlocking.

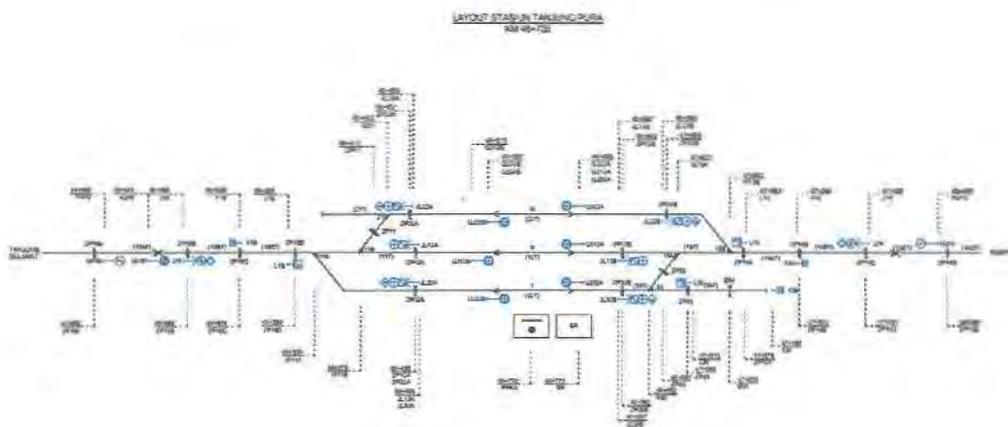
Tabel 4.2 Metode Hot Standby

CPU A	CPU B	CPU C	SISTEM INTERLOCKING
WORK	WORK	STANDBY	SYSTEM ON
OFF	WORK	WORK	SYSTEM ON
WORK	OFF	WORK	SYSTEM ON
OFF	OFF	STANDBY	SYSTEM OFF

### Analisis Data :

Pada tabel 4.2 menunjukkan kinerja metode hot standby dari sistem interlocking saat diberikan gangguan, gangguan yang diberikan yaitu dengan meng-off kan CPU yang bekerja pada sistem interlocking dalam keadaan sistem interlocking sedang digunakan, pada tabel 4.2 ditunjukkan jika salah satu CPU dimatikan atau megalami gangguan maka sistem interlocking akan terus aktif , hal tersebut dikarenakan CPU C berperan dalam menggantikan kinerja salah satu CPU yang off atau mengalami gangguan, akan tetapi jika kedua CPU yaitu CPU A dan CPU B off maka sistem interlocking akan padam atau keseluruhan sistem akan off, karena CPU C tidak bisa bekerja sendiri tanpa adanya salah satu CPU utama yang aktif . saat salah satu CPU off maka data dari CPU lawan tidak akan di proses di CPU yang off tersebut, melainkan akan di proses di CPU cadangan, sehingga saat CPU yang mengalami gangguan aktif kembali, petugas harus segera

mengupdate CPU yang baru aktif tersebut sesuai CPU lawan , agar sistem interlocking memiliki data yang sama untuk diolah kembali.



Gambar 4.2 Layout Stasiun Tanjung Pura

Metode Hot Standby merupakan suatu sistem dimana jika salah satu CPU yang berada di meja pelayan/PPKA mengalami gangguan maka akan ada CPU yang menggantikan . Seperti pada Tabel 4.2 jika salah satu CPU (CPU A dan CPU B) utama mengalami gangguan maka akan digantikan oleh CPU C secara otomatis . Dimana CPU A dan CPU B sebagai pengontrol di dalam sistem interlocking , CPU A dan CPU B sebagai output bagi Sensor Sensor yang terletak di Rel kereta api yang menjadi penanda kedatangan dan keberangkatan Kereta Api. CPU A dan CPU B yang terletak di Meja Pelayanan juga bertugas sebagai pembentuk rute kereta api .

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, pengujian dan analisa, kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Dengan menggunakan dua buah sensor dan dua buah saluran transmisi sistem ini memiliki pembanding data yang bisa dijadikan acuan dalam melakukan eksekusi pembentukan route.
2. Dari data tabel 4.2 Adanya PLC cadangan yang selalu standby menggantikan PLC utama yang mengalami kerusakan, membuat sistem interlocking ini mampu bekerja secara maksimal tanpa adanya gangguan sistem secara keseluruhan, sehingga interlocking pada sebuah stasiun mampu bekerja secara terus menerus.

#### 5.2 SARAN

Semoga penelitian ini yang dirancang dapat bekerja dengan baik, namun masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, semoga dilakukan pengembangan yang lebih baik untuk meminimalkan sekecil mungkin terjadinya lagi kecelakaan kereta api.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. S. Hartono. 2001. Majalah Jalan Rel. Kantor Pusat PT KAI. Bandung.  
<https://kai.id/> [Online]. [Diakses kamis 05 2017].
- [Kemenhub. 201 2. KNKT. <http://dephub.go.id/view/link/knkt/>. (Diakses tanggal 12 Januari 2012).
- KNKT. 2012. Analisis Data Kecelakaan dan Investigasi Kereta Api Tahun 2007 – 2011. Kementerian Perhubungan. Jakarta.
- Nurmianto, E. 2008. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Guna Widya. Surabaya.
- Panero, J dan Zelnik, M. 1979. Human Dimension & Interior Space. The Architectural Press Ltd. London.
- PT INKA, LPPM dan ITS. 2010. Laporan Kemajuan Studi Rancang Bangun Maskara KRL – KFW, Lokomotif Dobel Kabin dan Animasi Kereta Api Bandara. INKA dan ITS. Madiun.
- PT KAI. 2010. Peraturan Dinas 3 Mengenai Semboyan. Kantor Pusat PT KAI. Bandung.
- Sastrowinoto, S. 1985. Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi. Pertja. Jakarta.
- T. Yan, “Simulator PLC (Software),” johor, 1998.
- William, Programmable Logic Controller (PLC) sebuah pengantar, jakarta: erlangga, 2004.
- Y. Rachman. [Online]. Available:  
[http://www.academia.edu/5743266/4.\\_Dasar\\_Dasar\\_Pemrograman\\_PLC](http://www.academia.edu/5743266/4._Dasar_Dasar_Pemrograman_PLC)  
[Diakses 22 05 2017].“