

ANALISIS PERENCANAAN SISTEM PERSINYALAN PADA STASIUN MUARAGULA ULTIMATE DIVRE III

ANALYSIS OF SIGNALING SYSTEM PLANNING AT MUARAGULA ULTIMATE DIVRE III STATION

Muhammad Fauji Fazri^{1*}, Dahlan¹

¹Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jl. IPN Kebon Nanas No.2, Cipinang Besar, Kecamatan. Jatinegara, Jakarta Timur, Indonesia

*Email Korespondensi: fauzifajri1999@gmail.com

Abstract

PT. Kereta Api Indonesia (persero) is carrying out planning for the construction of Muaragula Ultimate Station which aims to support the maintenance of facilities and increase the capacity of facilities. To find out the comparasion of headway and cross capacity in the exisiting condition and after there is IB (intermediate blok) can increase by 50% in the Penanggiran – Ujanmas Station track, can incrase the track by 77% in the Ujanmas – Muaragula Station track, and can incrase by 90% in the Muaragula – Muaraenim route, there are 4 (four) stages of planning The signaling syestem of Muaragula Ultimate Station is SLP (signaling layout plan), route table, aspek plan, and cable plan. The stages of the installation process of the signal relay syestem are divided into 2 (two) internal equipment, namely the foundation, installation of signal poles, and signal heads, equipment in intalling vital interlocking modules, and of vital relay interfacing syestem.

Keywords : KAI, Headway, Cross Capacity, Signalling syestem planning

Abstrak

PT. Kerta Api Indonesia (persero) sedang melaksanakan perencanaan pembangunan Stasiun Muaragula Ultimate yang bertujuan untuk mendukung perawatan sarana dan penambahan kapasitas tempat penyimpanan sarana. Untuk mengetahui perbandingan headway dan kapasitas lintas pada kondisi exisiting dan sesudah ada *IB (intermediate blok)*, untuk mengetahui tahapan-tahapan perencanaan sistem perisnyalan, untuk mengetahui tahapan proses instalasi sistem persinyalan. Berdasarkan hasil observasi peneliti dan pengumpulan data, perhitungan dengan adanya IB (Intermediate blok) dapat peningkatan 50% dalam lintasan Stasiun Penanggiran – Ujanmas, dapat peningkatan lintasan 77% dalam lintasan Stasiun Ujanmas – Muaragula, dan dapat peningkatan 90% dalam lintasan Muaragula – Muaraenim, ada 4 (empat) tahapan perencanaan sistem persinyalan Stasiun Muaragula Ultimate yaitu SLP (signaling layout plan), route tabel, aspek plan dan cable plan. tahapan proses instalisasi sistem perisnyalan terbagi menjadi 2(dua) peralatan dalam yaitu pondasi, pemasangan tiang sinyal, dan head sinyal, peralatan dalam menginstalasi module vital interlocking, dan instalasi vital relay interfacing syestem.

Kata kunci : KAI, Headway, Kapasitas Lintas, Perencanaan sistem persinyalan

A. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah kegiatan perpindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam transportasi ada dua unsur yang terpenting yaitu pemindahan/pergerakan (*movement*) (salim 2016). Pada wilayah Divre III Palembang PT. Kereta Api Indonesia (Persero) membuat suatu pembangunan Stasiun Muaragula Ultimate guna mendukung pengaturan perawatan sarana dan penambahan kapasitas tempat penyimpanan sarana. Namun pada kondisi existing dipetak jalan antara Stasiun Muaragula – Stasiun Ujanmas belum terdapat *IB (Intermediateblok)*, maka dibangunlah *IB (Intermediateblok)* untuk meningkatkan headway dan kapasitas lintas, dan sebelum dibangun stasiun muaragula ultimate ini sudah terdapat *IB (Intermediateblok)*

Di dalam pembangunan Stasiun Muaragula Ultimate terdapat sebuah perencanaan sistem persinyalan, yaitu ada beberapa tahapan yang harus direncanakan seperti SLP (signalling layout plan), route table, aspek plan, dan cable plan, , perencanaan persinyalan juga harus merencanakan tahapan – tahapan instalasi peralatan luar dan peralatan dalam persinyalan secara terstruktur

Pembangunan Stasiun Muaragula Ultimate bukan tanpa alasan karena pada program KA wilayah Divre III Palembang 2021 – 2026 khususnya dipetak jalan Stasiun Ujanmas – Stasiun Muaragula terdapat suatu permasalahan yaitu dibutuhkan nya pengaturan perawatan sarana dan penambahan kapasitas tempat penyimpanan sarana maka dibangunlah Stasiun Muaragula ultimate ini untuk mengatasi masalah tersebut

KAPASITAS LINTAS Divre 3

NO	GAPEKA		Petak Jalan	JARAK	Sp	HEAD WAY	KAPLIN 80%		KAPLIN 100%		PROGRAM KA					
	Vop	Rata2					KAPASITAS		KAPASITAS		2021	2022	2023	2024	2025	2026
							TUNGGAL	GANDA	TUNGGAL	GANDA						
4	47	B102 - B101	3,394	2550	10		230		288	110	142	150	200	240	240	
5	47	B101 - Niru	4,179	2550	10		230		288	110	142	150	200	240	240	
6	47	Niru - B102	3,052	4500	11		209		261	110	142	150	200	240	240	
7	47	B102 - B101	2,374	2550	8		288		360	106	138	146	196	236	236	
8	47	B101 - Blimbingpendopo	3,504	2550	9		256		320	106	138	146	196	236	236	
9	47	Blimbingpendopo - B102	2,804	4500	11		209		261	106	138	146	196	236	236	
10	47	B102 - B101	4,855	2550	11		209		261	106	138	146	196	236	236	
11	47	B101 - Gunungmegang	4,855	2550	11		209		261	106	138	146	196	236	236	
12	47	Gunungmegang - B101	2,412	4500	10		230		288	104	136	142	192	232	232	
13	47	B101 - Penanggritan	4,230	2550	10		230		288	104	136	142	192	232	232	
14	47	Penanggritan - B101	3,390	4500	12		192		240	104	136	142	192	232	232	
15	47	B101 - Ujanmas	4,995	2550	11		209		261	104	136	142	192	232	232	
16	47	Ujanmas - B101	2,280	4500	10		230		288	104	136	142	192	232	232	
17	47	B101 - Muaragula	4,054	2550	10		230		288	104	136	142	192	232	232	
18	47	Muaragula - B101	3,356	4500	11		209		261	104	136	142	192	232	232	
19	47	B101 - Muaraenim	4,003	2550	10		230		288	104	136	142	192	232	232	

Sumber : PT. Kereta Api Indonesia (persero)

Gambar 1 Kaplin Sesudah ada IB (Intermediate Blok) DIVRE III Palembang

Note : 1. Angka berwarna merah membutuhkan penambahan sarana
2. Angka berwarna biru membutuhkan pengaturan perawatan sarana

Pada penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Algifakhri Bagus Maulana (2019) dalam penelitian nya membahas perencanaan pembangunan Stasiun Kereta api di Pontianak dengan perancangan Santiago Calatrava, dalam penelitian Algifakhri bagus maulana lebih membahas design arsitektur Stasiun. Namun pada penelitian ini untuk melengkapi penelitian terdahulu yaitu tahap – tahap perencanaan sistem persinyalan (*Signaling Plan*) didalam stasiun dan juga tahap proses instalasi sistem persinyalan peralatan luar dan peralatan dalam.

Dalam penelitian ini mengacu pada pedoman teknis sesuai dengan peraturan yang berlaku pada dunia perkeretaapian yaitu Peraturan Menteri Nomer 44 Tahun 2018 tentang persyaratan teknis peralatan persinyalan, Peraturan Dinas Nomer 3 membahas tentang kelaikan teknis operasional prasarana perkeretaapian dan memenuhi standart teknis yang baik (Semboyan), Peraturan Pemerintah Nomer 56 Tahun 2009 mengenai penyelenggaraan perkeretaapian. Tujuan dalam penelitian ini untuk mengetahui perbandingan headway dan kapasitas lintas pada kondisi existing dan sesudah ada *IB* (*Intermediate blok*), untuk mengetahui tahap – tahap perencanaan sistem persinyalan, dan juga untuk mengetahui tahapan proses instalasi peralatan luar dan peralatan dalam sinyal.

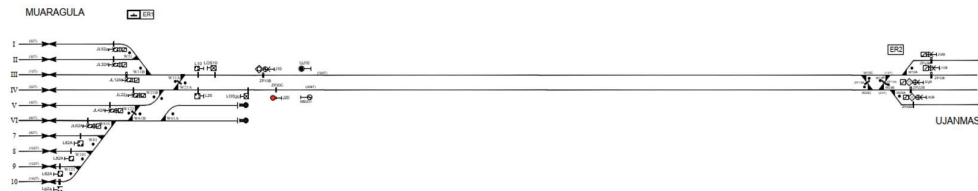
B. Metode Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Pada penelitian ini menggunakan deskriptif dengan pendekatan kuantitatif menurut (Arikunto,2006) metode penelitian deskriptif kuantitatif adalah suatu metode yang bertujuan untuk membuat gambar atau deskriptif tentang suatu keadaan secara objektif yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dan hasilnya dan menurut sugiyono (2017:8). Pada metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan data yang akan diolah merupakan data rasio yang menjadi target dalam penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh antar variabel yang akan diteliti. Teknik pengumpulan data dengan cara melakukan observasi, wawancara, dan dokumentasi. Dalam teknis analisis data menganalisis headway dan kapasitas lintas, menganalisis tahap – tahapan perencanaan persinyalan, dan analisis tahapan proses instalasi persinyalan.

C. Hasil dan Pembahasan

Kondisi Existing

Pada kondisi existing antara Stasiun Muaragula – Ujanmas terdapat 2 (dua) jalur yang belum terbagi petak jalan kondisi existing tersebut dibutuhkan peningkatan headway dan kapasitas lintas, dikarenakan setiap tahun target angkutan batu bara meningkat karena pada tahun 2024 menargetkan seratus juta MTPA (metric tones per annum) pertahun sampai 2035 guna mendukung transisi green inflation

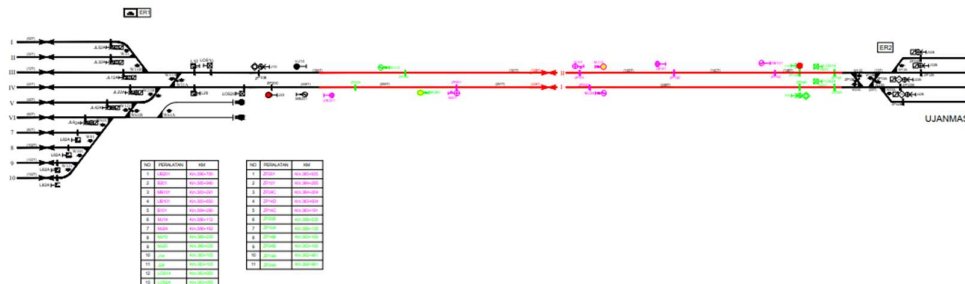


Sumber : PT. Kereta Api Indonesia (persero)

Gambar 2 Kondisi Existing Petak Jalan Muaragula – Ujanmas

Kondisi sesudah ada IB (Intermediate blok)

Karena pada kondisi existing membutuhkan peningkatan headway dan kapasitas lintas maka dibuat lah IB (Intermediate blok) yang bertujuan untuk meningkatkan headway dan kapasitas lintas dengan cara membagi petak jalan



Sumber : PT. Kereta Api Indonesia (persero)

Gambar 3 Kondisi sesudah ada IB (Intermediate blok)

Perencanaan Stasiun Muaragula Ultimate Tahap 1

Kondisi perencanaan Stasiun Muaragula Ultimate tahap 1 yang dimana mempunyai 5 jalur, pada jalur 1 dan 2 untuk jalur raya dan jalur 3 dan 4 untuk program perawatan 4 R dan jalur 5 untuk Manuver. Analisis perhitungan headway dan kapasitas lintas pada kondisi existing, sesudah ada IB (intermediate blok), dan sesudah ada Stasiun Muaragula Ultimate.

Berikut adalah perhitungan yang dipakai PT. Kereta Api Indonesia (Persero):

Rumus perhitungan Headway

$$H = \frac{0,06x(SA-B+S_p)}{V} + C$$

Keterangan:

H = Headway

$60 \approx 0,06$ = Waktu pelayanan dalam satuan menit

S_{A-B} = Jarak antar stasiun A dan B

V = Kecepatan kereta api dilintas tersebut

C = Waktu pelayanan blok dan sinyal

S_p = Jarak setelah pelayanan blok

Dengan nilai $SP = 4.500$ berdasarkan :

Panjang emplasemen plus wesel = 1600

Wesel ke sinyal masuk = 350

Sinyal masuk ke sinyal muka = 1000

Jarak tampak masinis ke sinyal muka = 600

Panjang rangkaian = 950

Rumus perhitungan kapasitas lintas :

Jalur Tunggal $\rightarrow K = \frac{1440}{H} X f$

Jalur Ganda $\rightarrow K = \frac{1440}{H} X 2X f$

Tabel 1 Hasil Perhitungan headway dan kapasitas lintas kondisi Exisisting

Petak Jalan	Headway	Tahap	Kaplin 80%	Kaplin 100%
Penanggiran - Ujanmas	18	Existing	128	160
Ujanmas - Muaragula	16		144	180
Muaragula - Muaraenim	19		121	151

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus headway dan kapasitas lintas yang digunakan oleh PT. Kereta Api Indonesia, maka didapatkan hasil perhitungan pada kondisi exisisting seperti tabel di atas.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Headway dan Kapasitas Lintas sesudah ada IB (Intermediate blok)

Petak Jalan	Headway	Tahap	Kaplin 80%	Kaplin 100%
Penanggiran - B101	12	IB (Intermediate blok)	192	240
B101 - Penanggiran	10		230	288
B101 - Ujanmas	11		209	261
Ujanmas - B101	10		230	288
B101 - Muaragula	10		230	288
Muaragula - B101	11		209	261
Muaraenim - B101	10		230	288
B101 - Muaraenim	11		209	261

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus headway dan kapasitas lintas yang digunakan oleh PT. Kereta Api Indonesia, maka didapatkan hasil perhitungan pada kondisi sesudah ada IB (Intermediate blok) seperti tabel di atas.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Headway dan Kapasitas Lintas sesudah ada Stasiun MRL - U

Petak Jalan	Headway	Tahap	Kaplin 80%	Kaplin 100%
MRL - U - Ujanmas	10	Sesudah ada Stasiun Muaragula Ultimate	230	288
Ujanmas - MRLU - U	9		256	320
MRL - U - MRL	9		256	320
Mrl - MRL - U	11		209	261

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus headway dan kapasitas lintas yang digunakan oleh PT. Kereta Api Indonesia, maka didapatkan hasil perhitungan pada kondisi sesudah ada Stasiun Muaragula Ultimate seperti tabel di atas. Hasil dari perhitungan headway dan kapasitas lintas dari masing-masing tahap di atas untuk mendapatkan nilai persentase maka dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Peningkatan} = \frac{\text{Kaplin Pengembangan} - \text{Kaplin exsisting}}{\text{kaplin exsisting}} \times 100$$

Tabel 3 perbandingan hasil persentase kenaikan kapasitas lintas

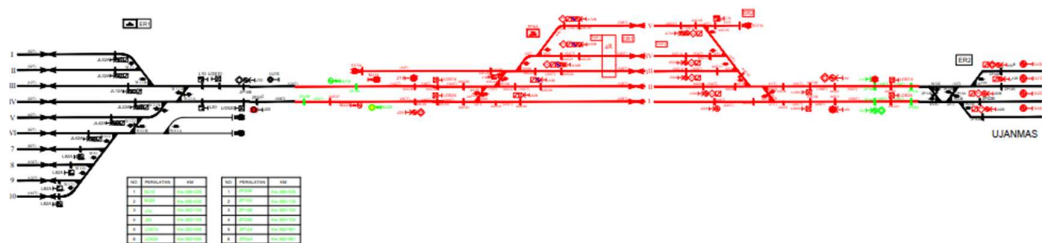
Petak Jalan	Persentase Kenaikan	
	80%	100%
Penanggiran – Ujanmas	50%	50%
Ujanmas - Muaragula	77%	77%
Muaragula – Muaraenim	90%	90%

Sesuai tabel di atas hasil perbandingan headway dan kapasitas lintas. Hasil perhitungan kapasitas lintas dari kondisi existing sampai sesudah ada IB (Intermediate Blok) dan kondisi sesudah ada Stasiun Muaragula Ultimate didapatkan nilai persentase kenaikan pada perbandingan tersebut.

Analisis tahapan – tahapan perencanaan sistem persinyalan

Menyusun SLP (Signaling Layout Plan)

Signalling Layout Plan (SLP) berguna dalam perencanaan untuk mengetahui penempatan sinyal beserta peralatan persinyalan seperti sinyal, wesel, pendeteksi sarana, dalam sebuah perencanaan SLP mengikuti desain emplasen dari unit track dan unit track mengikut dari unit operasi bisa terbilang ada tiga siklus yaitu operasi, track, dan signalling Layout Plan (SLP), Signalling Layout Plan (SLP) harus direncanakan dengan akurat dan juga sesuai kebutuhan operasi kereta api.



Sumber : PT. Kereta Api Indonesia (Persero), 2024

Gambar 1 Design Tahap 1 Stasiun Muaragula Ultimate

Jalur	Panjang Efektif	Fungsi
Jalur I	1450 m	Jalu raya, KA isi berjalan langsung
Jalur II	1285 m	Jalur raya, KA kosong berjalan langsung
Jalur III	1142 m	Jalur perawatan, KA kosong program 4R
Jalur IV	1056 m	Jalur perawatan, KA kosong program 4R
Jalur V	1033 m	Jalur manuver KA

Menyusun route table

No	PLATE	DATE	WHEEL AT FRONT OF VEHICLE						DRIVE/TURN SIGNALS		OPERATION OF BRAKES		SAFETY EQUIPMENT		LIGHTS AND SIGNALS		REMARKS		
			WHEELS						VAL	WHEELS	VAL	BRAKE VALVE	BRAKE VALVE	BRAKE VALVE	BRAKE VALVE	BRAKE VALVE			
			1	2	3	4	5	6											
1	1701-001	2011	✓	✓					1701-001	✓	1701-001	✓	1701-001	✓	1701-001	✓	1701-001	✓	
2	1701-002	2011	✓	✓					1701-002	✓	1701-002	✓	1701-002	✓	1701-002	✓	1701-002	✓	
3	1701-003	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-003	✓	1701-003	✓	1701-003	✓	1701-003	✓	1701-003	✓	
4	1701-004	2011	✓	✓					1701-004	✓	1701-004	✓	1701-004	✓	1701-004	✓	1701-004	✓	
5	1701-005	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-005	✓	1701-005	✓	1701-005	✓	1701-005	✓	1701-005	✓	
6	1701-006	2011	✓	✓					1701-006	✓	1701-006	✓	1701-006	✓	1701-006	✓	1701-006	✓	
7	1701-007	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-007	✓	1701-007	✓	1701-007	✓	1701-007	✓	1701-007	✓	
8	1701-008	2011	✓	✓					1701-008	✓	1701-008	✓	1701-008	✓	1701-008	✓	1701-008	✓	
9	1701-009	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-009	✓	1701-009	✓	1701-009	✓	1701-009	✓	1701-009	✓	
10	1701-010	2011	✓	✓					1701-010	✓	1701-010	✓	1701-010	✓	1701-010	✓	1701-010	✓	
11	1701-011	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-011	✓	1701-011	✓	1701-011	✓	1701-011	✓	1701-011	✓	
12	1701-012	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-012	✓	1701-012	✓	1701-012	✓	1701-012	✓	1701-012	✓	
13	1701-013	2011	✓	✓					1701-013	✓	1701-013	✓	1701-013	✓	1701-013	✓	1701-013	✓	
14	1701-014	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-014	✓	1701-014	✓	1701-014	✓	1701-014	✓	1701-014	✓	
15	1701-015	2011	✓	✓					1701-015	✓	1701-015	✓	1701-015	✓	1701-015	✓	1701-015	✓	
16	1701-016	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-016	✓	1701-016	✓	1701-016	✓	1701-016	✓	1701-016	✓	
17	1701-017	2011	✓	✓					1701-017	✓	1701-017	✓	1701-017	✓	1701-017	✓	1701-017	✓	
18	1701-018	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-018	✓	1701-018	✓	1701-018	✓	1701-018	✓	1701-018	✓	
19	1701-019	2011	✓	✓					1701-019	✓	1701-019	✓	1701-019	✓	1701-019	✓	1701-019	✓	
20	1701-020	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1701-020	✓	1701-020	✓	1701-020	✓	1701-020	✓	1701-020	✓	
21	1701-021	2011	✓	✓															

Gambar 1 2 Route Table Stasiun Muaragula Ultimate

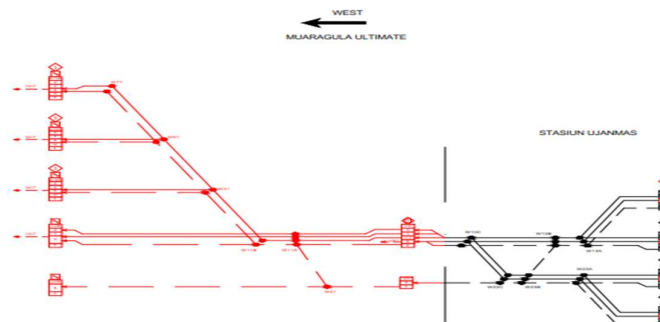
Tabel 5 pengertian route table

Route No	Menentukan rute asal dan tujuan
Signal at start route	Mengetahui rute dan aspek sinyal yang akan terbentuk
Nomor sinyal asal	Mencantumkan nomer sinyal asal atau sinyal masuk
Aspek	Mencantumkan aspek sinyal yang berindikasi pada pergerakan kereta
Sinyal pembatas kecepatan	Mencantumkan sinyal pembatas kecepatan untuk membatasi kecepatan KA jika memasuki jalur berbelok
Sinyal penunjuk arah	Mencantumkan sinyal penunjuk arah jika mengarah pada jalur bercabang
Distant signal	Mencantumkan nomer sinyal muka jika melewati sinyal muka dan indikator sinyal muka tersebut
Intermediate shunt	Mencantumkan nomer sinyal langsir jika pada rute tersebut melewati sinyal langsir
Destination of route	Mencantumkan stasiun tujuan dan nomer sinyal tujuan
Wesel locked	Mencantumkan nomer wesel dan kedudukan wesel yang dilewati
Track circuit clear	Mencantumkan nomer track yang harus terbebas untuk dilewati
Overlap	Mencantumkan nomer wesel dan track sebagai luncuran

Sumber (peneliti),2024

Menyusun Aspect Plan

Aspect plan merupakan sebuah rencana aspek yang coba direncanakan dari sebuah sistem persinyalan dari arah timur ataupun barat, sinyal masuk/sinyal keluar dan berhubungan dengan perangkat persinyalan lainya dari sebuah emplasemen stasiun berisikan kemungkinan-kemungkinan apa saja yang dapat terjadi, cara membuat sebuah aspect plan dilandasi dengan filosofi persinyalan dengan aspek hijau, kuning, dan merah.

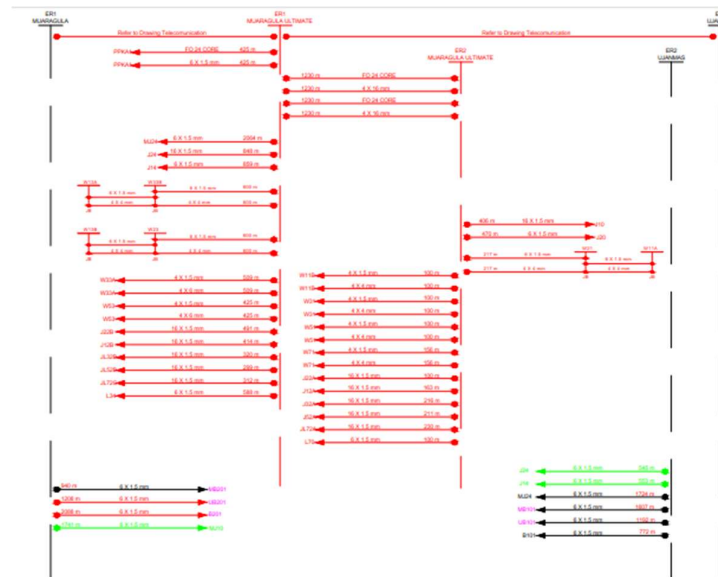


Sumber (peneliti),2024

Gambar 3 gambar aspect plan muaragula ultimate

Menyusun cabel plan

Cable plan/ rencana kabel merupakan bagian penting dalam membuat sebuah perencanaan untuk mengetahui panjang kabel dan keperluan daya dan deteksi pada suatu peralatan, yang dimaksud rencana kabel adalah mengatur panjang kabel, jenis kabel yang dibutuhkan, dan jenis kabel yang digunakan ada juga kegunaan cable plan untuk memudahkan tim lapangan tidak salah posisi dalam pemasangan kabel.



Sumber PT. Kereta Api Indonesia (persero),2024

Gambar 1 4 Cable Plan Stasiun MRL - U

Tabel 1 6 ukuran kabel dan fungsi

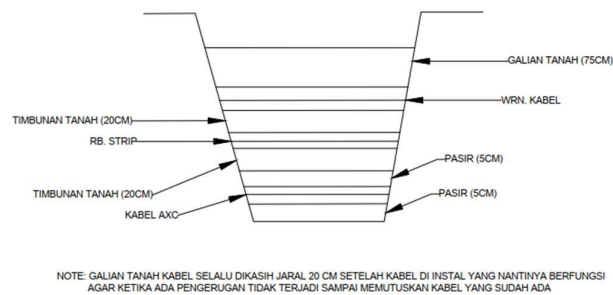
Ukuran kabel	Kegunaan
4x4	Untuk ke wesel panjang kurang dari 500 meter
4x6	Untuk ke wesel panjang 500-1000 meter
4x10	Untuk ke wesel panjang lebih dari 1000 meter
6x1,5	Untuk ke sinyal dengan kebutuhan relay sedikit
16x1,5	Untuk ke sinyal dengan kebutuhan relay lebih banyak
2x2x0,9	Untuk ke axle counter panjang kurang dari 2000 meter
2x2x1,5	Untuk ke axle counter panjang lebih dari 2000 meter

Sumber PT. Kereta Api Indonesia (persero),2024

Analisis instalasi sinyal peralatan luar dan dalam Stasiun Muaragula Ultimate

Tahapan instalasi sistem perkabelan

- a. Menggali tanah
- b. Urugan pasir tebal 5 cm
- c. Penggelaran kabel (axle counter)
- d. Urugan pasir tebal 5 cm
- e. Urugan tanah + pemadatan dengan tebal 20 cm
- f. Pemasangan pita peringatan (warning tape)
- g. Urugan tanah + pemadatan tebal 75 cm

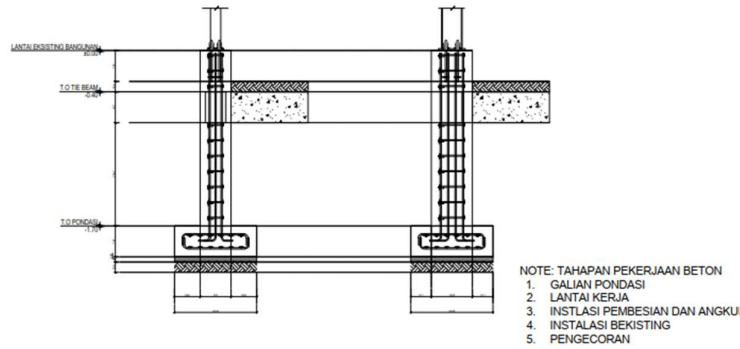


Sumber (peneliti),2024

Gambar 5 Instalasi penggelaran kabel

Tahapan instalasi peralatan luar sinyal

- a. Galian pondasi
- b. Lantai kerja
- c. Instal pemebesian + angkur
- d. Pengecoran
- e. Memasang tiang
- f. Mengencangkan baut penambat
- g. Pasang head sinyal
- h. Mengencangkan baut penambat
- i. Memasang gembok



Sumber (peneliti),2024

Gambar 6 pemasangan Tiang Sinyal

Tahap Instalasi peralatan dalam sinyal

Instalasi Interlocking system

- Memasang Rak
- Memasang chasis interlocking
- Memasang module
- Terminasi kabel

Pelaksanaan sistem *relay interfacing* vital pada proyek MRL-U tahap 1 dilakukan melalui serangkaian tahapan instalasi fisik yang bersifat krusial dalam menjamin keandalan dan keselamatan sistem persinyalan kereta. Tahapan-tahapan tersebut meliputi: (a) pemasangan rak sebagai struktur utama untuk penempatan perangkat relay; (b) pemasangan *bracket* relay guna menjamin kestabilan dan posisi yang presisi dari masing-masing relay; (c) pemasangan unit-unit relay pada *bracket* sesuai spesifikasi teknis; dan (d) terminasi kabel sebagai langkah akhir untuk memastikan koneksi kelistrikan dan komunikasi antar-komponen berjalan dengan baik dan aman.

Selain kegiatan instalasi perangkat keras, pengembangan sistem juga mencakup pekerjaan non-instalasi yang berfokus pada rekayasa dan desain perangkat lunak sistem interlocking, baik vital maupun non-vital. Aktivitas ini dimulai dengan (a) *review* terhadap desain sistem secara menyeluruh guna memastikan kesesuaian dengan standar operasional dan kebutuhan sistem; (b) penyusunan *interlocking table* sebagai representasi logika penguncian antar-sinyal dan jalur; (c) pengembangan perangkat lunak interlocking serta *Visual Display Unit* (VDU) sebagai antarmuka visual untuk pemantauan sistem; (d) verifikasi perangkat lunak yang mencakup pengujian terhadap logika, fungsi, dan integritas sistem secara internal; (e) validasi perangkat lunak untuk memastikan kesesuaian dengan spesifikasi pengguna dan kondisi operasional di lapangan; (f) pelaksanaan *internal*

commissioning test untuk menguji sistem sebelum pelibatan pengguna; dan akhirnya (g) *commissioning test* bersama pihak pengguna sebagai bentuk uji akhir dan penerimaan sistem sebelum tahap operasional.

Kombinasi antara instalasi perangkat keras dan pengembangan perangkat lunak ini merupakan pendekatan terintegrasi yang bertujuan untuk mencapai sistem persinyalan yang andal, aman, dan sesuai dengan standar perkeretaapian modern.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan yaitu dengan adanya IB (intermediate blok) dan pembangunan Stasiun Muaragula Uimate dapat peningkatan kapasitas 50% Penanggiran - Ujanmas : 4 petak jalan, peningkatan kapasitas lintas 77 % Muaragula – Ujanmas : 4 petak jalan, dan peningkatan kapasitas lintas 90 % Muaragula – Muaraenim : 4 petak jalan. Tahapan – tahapan perencanaan sistem persinyalan terbagi menjadi 4 yaitu *SLP (signaling layout plan)*, *route table*, *aspek plan*, dan *cable plan* setelah dilakukan simulasi untuk mengetahui pergerakan KA nantinya terdapat beberapa aspek yang akan ditambah maupun diganti. Berdasarkan analisis menggunakan metode SWOT (Strength, Weakneses, Opportunities, Thearts) terdapat kesimpulan yaitu keunggulan (*Strength*) nya bahwa instalasi sistem persinyalan merupakan pekerjaan succesor yang dimana mendapatkan toleransi waktu ketika dalam pengerjaan nya, kelemahan (*Weakneses*) nya hanya pada barang-barang import yang harus menunggu waktu untuk di instalasi utama peralatan dalam persinyalan, dalam peluang (*Opportunities*) instalasi sistem persinyalan output nya merupakan mengatur pergerakan kereta api distasiun yang sudah direncanakan, ancaman (*Threats*) dari segi durasi pekerjaan tidak ada namun ancaman dari segi biaya yang sering terjadi.

Daftar Pustaka

Bjørnar Luteberget¹, Johansen², M. S. (2019). Sintesis Tata Letak Persinyalan Kereta Api dari Spesifikasi Kapasitas Lokal.

Geuthèë, J., Penelitian, :, Berdasarkan, M., Beban, K., Triwijaya, S., Prasetyo, A., &

Algifakhri Bagus Maulana Perencanaan Stasiun Kereta Api Pontianak di Kecamatan Ambawang dengan Pendekatan Perancangan Santiago Calatrava (2019)

Fajar, A. (2019). *Multistage Desain Instalasi Equipment Room Stasiun Mandalle*

PT. Kereta Api Indonesia (Persero) (2021) Direktorat Teknik Peraturan Dasar Persinyalan Elektirk.

Peraturan Direksi PT. Kereta Api Indonesia (persero) Peraturan Dinas 3 tentang semboyan.

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 56. (2023). Menteri perhubungan republik indonesia.

Peraturan Menti Perhubungan No. 24 Tahun 2015 Tentang Standart Keselamatan Perkeretaapian

Prasidi, A., & Rifni, M. (2020). Kapasitas Infrastruktur dan Fasilitas pada Kereta Api

Project, D., Agam, I. N., & West, D. (2020). *Journal of Applied Engineering Scienties*. 3(1), 80–93.

PM No. 44 tahun 2018 Tentang Persyaratan Teknis Persinyalan.