

# **Analisis Perencanaan Pengembangan Kapasitas Berdasarkan Penggantian Sinyal Mekanik Menjadi Sinyal Elektrik Pada Stasiun Merapi**

## ***Analysis Of Cross Capacity Development Planning Based On The Replacement Mechanical Signals To Electrical Signals At Merapi Station***

**Totok Suryono<sup>1</sup>, Fadhlan Nurrachman<sup>2</sup>, Agil Krisna Kurniawan<sup>3</sup>, Ainun Septianti<sup>4</sup>**

<sup>1234</sup> Program Studi Rekayasa Infrastruktur Lingkungan, Fakultas Teknik Transportasi dan Logistik, Institut  
Transportasi dan Logistik Trisakti, Jl. IPN No. 2, Cipinang Besar Selatan, Jakarta 13410, Indonesia

\*Email Korespondensi : [tsuryono.itltrisakti@gmail.com](mailto:tsuryono.itltrisakti@gmail.com)

### ***Abstrack***

*PT. Kereta Api Indonesia (Persero) from 2021 is carrying out development planning in the Regional Division III (DIVRE III) South Sumatra to meet the increasing coal transportation projections. This development is carried out to support national logistics distribution with the main commodity coal towards 105 million tons / year. In this study using quantitative descriptive methods, researchers will discuss the analysis of capacity development planning based on the replacement of mechanical signals into electrical signals at the Merapi station using 4 analyses, namely: Analysis of transportation projections, analysis of headway and cross capacity, analysis of plan design, technical economic analysis. Based on the results of the researcher's observation and data collection, the researcher can analyze and conduct a discussion based on the analysis that has been determined. Based on the calculation analysis, it was found that the value of 126% (126 percent) increased coal transportation projections from 2022 – 2032 (10 years). Increased capacity of the Banjarsari – Merapi road plot and the Merapi – Sukacinta road plot, as well as the relationship between the train program that has been prepared in 2021-2026. In the design of the plan, there are several signaling aspects that are added and relocated for these needs and the profit from a coal transportation amounting to Rp.12,491,832,236,400 in 2027-2032, in the sense that it can be profitable in the business aspect.*

**Keyword :** KAI, DIVRE III, headway, cross capacity, coal transportation.

### **ABSTRAK**

PT. Kereta Api Indonesia (Persero) dari tahun 2021 sedang melaksanakan perencanaan pengembangan pada Divisi Regional III (DIVRE III) Sumatera Bagian Selatan guna memenuhi proyeksi angkutan batu bara yang kian meningkat. Pengembangan ini dilakukan untuk menunjang distribusi logistik nasional dengan komoditi utama batu-bara menuju 105 Juta ton/tahun. Pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, peneliti akan membahas tentang analisis perencanaan pengembangan kapasitas berdasarkan penggantian sinyal mekanik menjadi sinyal elektrik pada stasiun Merapi dengan menggunakan 4 Analisa, yaitu : Analisa proyeksi angkutan, Analisa headway dan kapasitas lintas, Analisa desain rencana, Analisa ekonomi teknik. Berdasarkan hasil observasi peneliti dan pengumpulan

data, peneliti dapat menganalisa dan melakukan suatu pembahasan berdasarkan Analisa yang sudah ditentukan. Berdasarkan Analisa perhitungan didapatkan nilai 126 % (126 Persen) peningkatan proyeksi angkutan batu bara dari 2022 – 2032 (10 Tahun). Peningkatan kapasitas lintas dari petak jalan Banjarsari – Merapi dan petak jalan Merapi – Sukacinta, serta hubungan antara program kereta api yang sudah disiapkan pada tahun 2021-2026. Pada desain rencana terdapat beberapa aspek persinyalan yang ditambah dan direlokasi untuk kebutuhan tersebut dan keuntungan dari sebuah angkutan batu baranya sebesar Rp.12.491.832.236.400 pada tahun 2027-2032, dalam artian hal itu dapat menguntungkan dalam aspek bisnis

**Kata Kunci :** KAI, DIVRE III, headway, kapasitas lintas, angkutan batu bara.

## **A. Pendahuluan**

Pertumbuhan laju kereta api Indonesia terjadi secara signifikan di berbagai daerah, termasuk pada daerah Sumatra selatan khususnya divisi regional III (DIVRE III) mulai dari kereta angkutan penumpang maupun kereta angkutan barang hal itu didasari dari sebuah permintaan yang kian meningkat dari tahun ke tahun, contohnya adalah KA Batu bara, Melalui Kereta api batu bara rangkaian Panjang yang diselenggarakan oleh (PT. KAI (PERSERO), 2021) ini merupakan wujud keikutsertaan PT Kereta Api Indonesia dalam,memperlancar distribusi logistik nasional melalui angkutan massal yang ramah lingkungan serta mendukung ketahanan energi (Sameni & Morady, 2022) .nasional dimana batu bara tersebut juga digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik untuk Pulau Jawa, Madura, dan Bali. Hal itu dikarekan provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu daerah yang memiliki cadangan batubara terbesar di Indonesia, menurut data, potensi yang ada,sekitar 22,24,miliar ton atau  $\pm 38\%$  dari cadangan nasional. Menurut (Setiawan, 2016).Berdasarkan 2 info dari PT.KAI Divre III, saat ini berat muatan lintas isi yang mampu diangkut oleh kereta api sekitar 17 juta ton/tahun dan berat kosong berkisar 8 juta ton/tahun.

Potensi batubara tersebut belum maksimal dapat tereksplorasi, hal ini disebabkan antara lain karena terbatasnya kapasitas jaringan transportasi yang tersedia di Provinsi Sumatera Selatan khususnya pada wilayah pertambangan. Sebagaimana diketahui bahwa rute-rute jalan nasional dan jaringan rel kereta api yang sudah ada antara,Muara Enim ke Lahat dipenuhi oleh lalu lintas angkutan batubara khususnya dari PT.Bukit Asam dan dari beberapa lokasi di sekitar Muara Enim dan Kabupaten Lahat, meskipun diketahui potensi batubara yang ada baru sebagian kecil yang telah dieksplorasi (Optimalisasi Potensi Sumber Daya di Sumatera Selatan Menghadapi Era Global, Bappeda Provinsi Sumatera Selatan, Palembang., 2013) (Retnaningsih., 2013)

Bukan hanya hal itu saja, perkembangan sebuah teknologi perkeretaapian pun kian berkembang, yaitu system persinyalan. sistem persinyalan adalah sarana untuk menjamin keselamatan perjalanan kereta api dari suatu stasiun menuju stasiun berikutnya (Aptana et al., 2023). Setiap perangkat yang ada di sistem persinyalan, seperti sinyal wesel, pendeteksi keberadaan kereta api, meja pelayanan operator dan pesawat blok semuanya saling terkait dan saling mengunci satu sama lain yang diatur oleh sebuah sistem yang disebut dengan sistem interlocking. Kereta tidak bisa berhenti begitu saja karena diperlukan perlambatan dari jarak yang cukup jauh untuk keselamatan dan kenyamanan penumpang. Untuk mengamankan perjalanan kereta api tidak terjadi kecelakaan, dibutuhkan perangkat sinyal. Sinyal diperlukan untuk membagi ruang perjalanan kereta api ke dalam petak-petak yang disebut blok. Sinyal inilah yang menjamin agar tak terjadi kecelakaan. Saat ini Kondisi sistem persinyalan kereta api di Indonesia sekitar 60% masih berupa sistem persinyalan mekanik dan sisanya 40% merupakan sistem persinyalan elektrik. Dari 529 stasiun di seluruh Indonesia, sistem persinyalan pada 316 stasiun masih berupa sistem sinyal mekanik dan 213 stasiun berupa sistem sinyal elektrik (Kementrian Perhubungan Direktorat Jendral Perkeretaapian., 2022) saat ini PT Kereta Api Indonesia (Persero) sedang melakukan banyak perkembangan terkait persinyalan kereta api, yang semula mekanik dikembangkan menjadi persinyalan elektrik. Hal itu didasari oleh dua hal yang pertama terkait proyeksi angkutan yang kian meningkat dan yang kedua teknologi persinyalannya juga semakin berkembang. Sistem persinyalan memiliki fungsi yang vital untuk mengatur operasi kereta api secara efisien dan efektif.

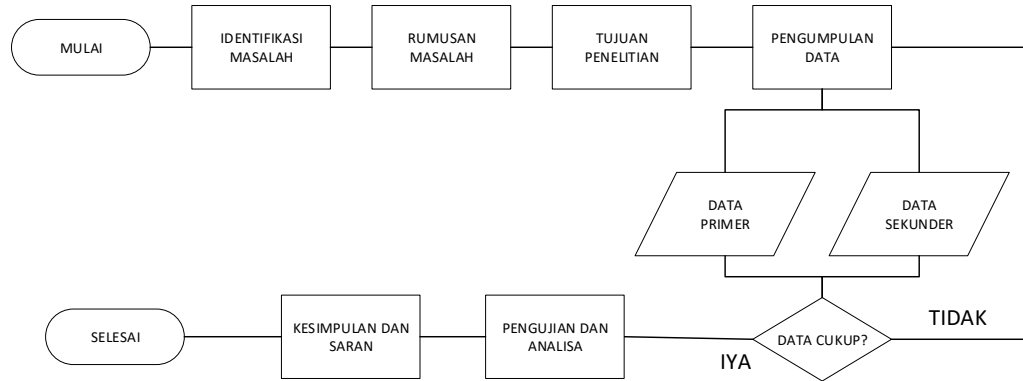
Dalam upaya mendukung pemenuhan proyeksi angkutan perusahaan batu bara, agar potensi distribusi logistic (batu-bara) di provinsi Sumatera Selatan dapat dioptimalkan, Hal ini bisa menjadi dasar dari sebuah pengembangan, agar dampak dari pengembangan ini meningkatkan jaringan kereta api yang handal dan juga berkapasitas besar untuk peningkatan nilai berat muatan lintas yang signifikan. Alternatif yang paling memungkinkan adalah dengan mengembangkan system persinyalan dari persinyalan mekanik ke persinyalan elektrik. Selain itu pula dengan adanya pengembangan tersebut, tentunya akan sangat bermanfaat dalam meningkatkan kapasitas angkutan kereta api dalam melayani kebutuhan angkutan berbagai hasil bumi lainnya. Di masa yang akan datang, PT. KAI Divre III menargetkan muatan lintas KA Batu bara dapat mencapai 105 juta ton/tahun dengan adanya pengembangan tersebut pada tahun 2032 (Setiawan, 2016). Pada hasil penelitian ini, akan memperoleh factor-faktor yang diperlukan dalam sebuah pengembangan, pengelolaan proses perencanaan yang baik, pengembangan-

pengembangan apa saja yang bisa dijalankan, dampak dari pengembangan serta peningkatan jumlah kapasitas lintas yang dapat dihasilkan dari pengembangan persinyalan mekanik ke persinyalan elektrik, berdasarkan hal tersebut maka diperlukannya sebuah perencanaan dan pengembangan pada stasiun Merapi.

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif Menurut (Wiraatna, 2015) penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang menghasilkan penemuan-penemuan yang dapat dicapai (diperoleh) dengan menggunakan prosedur-prosedur statistik atau cara lain dari kuantifikasi (pengukuran). Sedangkan pengertian Metode Penelitian Kuantitatif, menurut (Sugiyono, 2017) adalah Metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistic.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yakni observasi. Observasi adalah metode evaluasi penelitian yang paling umum digunakan, dengan ciri khas yang spesifik dibandingkan dengan metode lain seperti kuesioner (Sugiyono, 2017) (Salim, 2016) Data dikumpulkan langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan. Data primer yang didapatkan oleh penulis dilakukan dengan cara observasi pada desain situasi untuk melihat kondisi eksisting berdasarkan situasi yang akan dikembangkan. Sedangkan Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan cara mendatangi langsung instansi terkait dan mengambil softcopy-nya, penelusuran web instansi, jurnal, skripsi dan lain-lain. Data ini berguna untuk menentukan Analisa perencanaan pengembangan. Melalui PT. Kereta Api Indonesia (Persero). Yang berupa : Data *existing* Stasiun Merapi, Proyeksi angkutan batu bara, Grafik Perjalanan Kereta (*Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA) 2021*, n.d.) Gambar rencana / *Signaling Layout Planing (SLP)*



**Gambar 1 Prosedur Penelitian**

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun berikut proyeksi angkutan batu bara 2022 – 2023 adalah sebagai berikut :

**Tabel 1 Proyeksi Angkutan Batu Bara 2022 - 2032**

| Tahun | Proyeksi Angkutan (Ton) |
|-------|-------------------------|
| 2022  | 46.427.542 Ton          |
| 2023  | 56.782.663 Ton          |
| 2024  | 66.801.463 Ton          |
| 2025  | 84.403.663 Ton          |
| 2026  | 94.561.063 Ton          |
| 2027  | 105.150.103 Ton         |
| 2028  | 105.150.103 Ton         |
| 2029  | 105.150.103 Ton         |
| 2030  | 105.150.103 Ton         |
| 2031  | 105.150.103 Ton         |
| 2032  | 105.150.103 Ton         |

Sumber : PT. KAI

Sesuai dengan Tebel Proyeksi Angkutan Batu Bara 2022 – 2032 diatas dapat dihitung dari jumlah kenaikan proyeksi angkutan batu bara dari 2022 – 2032, untuk mendapatkan nilai presentase maka diperlukannya sebuah rumus sebagai berikut :

$$\text{Kenaikan} = \frac{\text{Proyeksi 2032} - \text{Proyeksi 2022}}{\text{Proyeksi 2022}} \times 100\%$$

$$\text{Kenaikan} = \frac{105.150.103 \text{ Ton} - 46.427.542 \text{ Ton}}{46.427.542 \text{ Ton}} \times 100\%$$

$$\text{Kenaikan} = \frac{58.722.561 \text{ Ton}}{46.427.542 \text{ Ton}} \times 100\%$$

$$\text{Kenaikan} = 1,26482167 \times 100\%$$

$$\text{Kenaikan} = 126,482 = 126\%$$

Dengan perhitungan rumus diatas. Maka didapatkan nilai dengan presentase kenaikannya adalah 126 % (126 Persen) dari jumlah 46.427.542 Ton pada tahun 2022 dikali 105.150.103 ton pada tahun 2032.

Untuk mendukung target tersebut tentunya dibutuhkan sarana dan prasarana yang siap sedia dan kondisi prima, sehingga selalu perlu dilakukan peningkatan fasilitas perawatan sarana yang optimal dan peningkatan prasarana fasilitas operasi Kereta Api yang modern. Peningkatan fasilitas sarana dan prasarana dilakukan dengan penambahan Jalur kereta api di Stasiun Merapi yang disertai dengan penggantian persinyalan mekanik menjadi persinyalan elektrik agar dapat meningkatkan *safety* dan fleksibilitas operasional stasiun yang mendukung program peningktan proyeksi angkutan.

**Tabel 2 Perbandingan Hasil Perhitungan Headway dan Kapasitas Lintas**

| Petak Jalan         | Headway | Tahap               | Kaplin 80 % | Kaplin 100% |
|---------------------|---------|---------------------|-------------|-------------|
| Banjarsari - Merapi | 21      | Exisiting           | 52          | 65          |
| Merapi – Sukacinta  | 23      |                     | 48          | 60          |
| Banjarsari – Merapi | 21      | Jalur Ganda Mekanik | 104         | 130         |
| Merapi – Sukacinta  | 23      | Jalur Ganda Mekanik | 96          | 120         |
| Banjarsari - Merapi | 17      | 1 Elektrik          | 67          | 84          |
| Merapi – Sukacinta  | 19      |                     | 60          | 75          |

|                     |    |    |    |
|---------------------|----|----|----|
| Banjarsari – Merapi | 17 | 67 | 84 |
| Merapi – Sukacinta  | 19 | 60 | 75 |

2 Elektrik

Sumber : (Peneliti, 2023)

Sesuai dengan Tabel Perbandingan Hasil Perhitungan Headway dan Kapasitas Lintas Dari Masing – Masing Tahap diatas dapat dihitung dari jumlah peningkatan headway dan kapasitas lintas, untuk mendapatkan nilai presentase maka diperlukannya sebuah rumus sebagai berikut :

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

**Tabel 3 Perbandingan Hasil Presentase Kenaikan Kapasitas Lintas**

| Petak Jalan                                  | Presentase Kenaikan (%) |      |
|----------------------------------------------|-------------------------|------|
|                                              | 80%                     | 100% |
| Banjarsari – Merapi<br>(Jalur Ganda Mekanik) | 100%                    | 100% |
| Merapi – Sukacinta<br>(Jalur Ganda Mekanik)  | 100%                    | 100% |
| Banjarsari – Merapi<br>(Elektrik 1 )         | 28%                     | 28%  |
| Merapi – Sukacinta<br>(Elektrik 1 )          | 28%                     | 28%  |

Sumber : (Peneliti, 2023)

#### **D. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang berjudul “Analisis Perencanaan Pengembangan Kapasitas Berdasarkan Penggantian Sinyal Mekanik Menjadi Sinyal Elektrik Pada Stasiun Merapi” yakni dasar dari pengembangan sistem persinyalan di Stasiun Merapi adalah berdasarkan proyeksi angkutan batu-bara kedepannya, guna menunjang distribusi logistik nasional tersebut, selain itu guna meningkatkan aspek keselamatan perjalanan kereta api.

Dengan adanya penggunaan persinyalan elektrik dapat meningkatkan kapasitas lintas dengan total kenaikan 28% pada masing-masing petak jalan Banjasari – Merapi sebesar : 15 kapasitas dan petak jalan Merapi.- Sukacinta sebesar : 12 kapasitas dan untuk Stasiun Merapi sudah sesuai dengan program kereta api yang disiapkan.

## E. DAFTAR PUSTAKA

Aptana, A., Asyad, M. F., & Prasetyo, P. H. (2023). *Analisis Perbandingan Sistem Persinyalan Konvensional Dengan CBTC Terhadap Headway Kereta Api Comparison Analysis of Conventional Signaling Systems and CBTC to Rail Headways*. 2(1), 68–85.

*Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA) 2021*. (n.d.).

Kementrian Perhubungan Direktorat Jendral Perkeretaapian. (2022). *Surat Keputusan K3 DJKA 99 Tahun 2022 Tentang Penetapan Dokumen Penyusunan Gambar Teknis Fasilitas Operasi Kereta Api*.

PT. KAI (PERSERO). (2021). *Annual Report 2021 PT. KAI (Persero)*.

Retnaningsih. (2013). *Optimalisasi Potensi Sumber Daya di Sumatera Selatan Menghadapi Era Global, Bappeda Provinsi Sumatera Selatan, Palembang*.

Salim, a. (2016). *Manajemen Transportasi*.

Sameni, M., & Morady, A. (2022). *Journal of Rail Transport Planning and Management Nasution*.

Setiawan, D. (2016). *Kajian Pola Operasi Jalur Ganda Kereta Api Muara Enim—Lahat*.

Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*.

Supriyadi, U. (2008). *Buku Kapasistas Lintas*.

Wiraatna, S. (2015). *Metedologi Pelatihan Bisnis & Ekonomi*.