

# **ANALISIS KEBUTUHAN DAYA GARDU TRAKSI BEKASI TIMUR TERHADAP RENCANA PENAMBAHAN PERJALANAN KRL LINTAS BEKASI - CIKARANG**

**MOH A KAFFI ASYIRI<sup>1</sup>, IMAM PRASETYO<sup>2</sup>, MULYANA<sup>3</sup>**

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD

PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN

TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN BEKASI

kafi.asyiri1501@gmail.com

*Perjalanan Naskah : 29 Juli 2022(Diterima), 4 Agustus 2022(Direvisi), 11 Agustus 2022(Disetujui)*

## **ABSTRACT**

Electric Rail Train (KRL) is one of the mainstay modes of mass transportation for people who live in Jabodetabek to support mobility. In addition to the low price, the electric rail train also offers other advantages such as a high level of safety, timeliness, energy saving and others. Therefore, every year the number of KRL passengers has increased significantly. The number of passengers that is increasing day by day, of course, must be balanced with an adequate frequency of KRL trips. Inadequate travel frequency can cause the number of passengers to exceed the KRL occupancy rate. This causes the density of passengers at certain hours, especially during the morning and evening rush hours. The determination of the electric power capacity of the traction substation is determined by using demand forecasting parameters to determine the addition of KRL trips during the morning rush hour on the Bekasi - Cikarang route. With the current frequency of 126 trips per day, the existing 4000 kW electric power capacity of the traction substation is still able to supply power to the load. However, if the number of trips is increased by 13 trips during the morning rush hour, the electric power capacity of the existing East Bekasi traction substation is not sufficient to supply 5543.48 kW of electrical power. So it can be concluded that the addition of KRL trips has an impact on increasing the need for electric power as a driving force for KRL, where the electric power capacity of the East Bekasi Traction Station is not sufficient to supply the Bekasi - Cikarang KRL.

**Keywords:** Traction Substation, Electric Rail Train, Frequency, Demand Forecasting

## **ABSTRAK**

Kereta Rel Listrik (KRL) merupakan salah satu moda transportasi massal andalan khususnya bagi masyarakat yang berdomisili di Jabodetabek guna menunjang mobilitas. Selain harganya yang murah, Kereta rel listrik juga menawarkan keunggulan lainnya seperti tingkat keamanan yang tinggi, ketepatan waktu, hemat energi dan lain-lain. Oleh karena itu, tiap tahunnya jumlah penumpang KRL mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Jumlah penumpang yang kian hari mengalami peningkatan, tentu harus diimbangi dengan frekuensi perjalanan KRL yang memadai. Frekuensi perjalanan yang kurang memadai dapat menyebabkan jumlah penumpang melebihi tingkat okupansi KRL. Hal tersebut yang menyebabkan terjadinya kepadatan penumpang pada jam-jam tertentu, terutama pada jam sibuk pagi dan sore. Penentuan kapasitas daya listrik gardu traksi ditentukan dengan menggunakan parameter demand forecasting untuk menentukan penambahan perjalanan KRL pada jam sibuk pagi di lintas Bekasi - Cikarang. Dengan frekuensi perjalanan yang ada saat ini sebanyak 126 perjalanan per hari, kapasitas daya listrik gardu traksi eksisting sebesar 4000 kW masih mampu untuk menyuplai daya ke beban. Namun jika dilakukannya penambahan frekuensi jumlah perjalanan sebanyak 13 perjalanan pada tahun 2025 di jam sibuk pagi, kapasitas daya listrik gardu traksi Bekasi Timur eksisting tidak cukup untuk menyuplai daya listrik sebesar 5543,48 kW. Sehingga dapat disimpulkan penambahan perjalanan KRL berdampak terhadap meningkatnya

kebutuhan daya listrik sebagai tenaga penggerak KRL, dimana kapasitas daya listrik Gardu Traksi Bekasi Timur tidak mencukupi untuk menyuplai KRL lintas Bekasi - Cikarang.

**Kata kunci:** Gardu Traksi, Kereta Rel Listrik, Frekuensi Perjalanan, Demand Forecasting

## **I. Pendahuluan**

Kereta Rel Listrik merupakan kereta yang memanfaatkan energi listrik sebagai sumber tegangan dalam pengoperasiannya. Operasional KRL menggunakan kawat konduktor yang disebut dengan sistem catenary atau listrik aliran atas (LAA) yang berfungsi untuk menyuplai daya listrik dari sebuah gardu traksi. Gardu traksi merupakan salah satu komponen dalam fasilitas operasi kereta api. Gardu traksi menerima sumber tegangan sebesar 20 kV dari jaringan PLN untuk kemudian besar tegangan tersebut diubah menjadi 1500 VDC melalui beberapa serangkaian proses. Tegangan sebesar 1500 VDC tersebut merupakan sumber tenaga yang digunakan oleh KRL. Lintas Bekasi - Cikarang adalah lintas yang melayani KRL dengan tujuan Stasiun Jatinegara atau pun sebaliknya. Di lintas Bekasi - Cikarang terdapat 3 (tiga) gardu traksi untuk menyuplai arus listrik ke KRL. Ketiga gardu tersebut masing-masing terletak di Bekasi Timur, Cibitung, dan Cikarang.

Bekasi Timur sebagai salah satu stasiun yang terdapat gardu traksi memiliki kapasitas daya gardu traksi sebesar 4000 kW. Kapasitas tersebut masih mampu untuk menyuplai listrik ke beban atau KRL. Semakin banyak jumlah frekuensi KRL yang melintas pada lintas tersebut tentu mempengaruhi pada suplai daya dari gardu traksi ke beban. Meningkatnya jumlah frekuensi KRL yang beroperasi jika tidak diiringi dengan kapasitas daya gardu traksi yang memadai tentu dapat berdampak langsung terhadap keberlangsungan operasi pada lintas tersebut. Umumnya jika terjadinya kondisi tersebut gardu traksi akan mengalami trip akibat tidak mampu menanggung kebutuhan daya listrik KRL yang beroperasi. Hal demikian jika dibiarkan secara terus menerus tentu dapat berimbas pada terganggunya kelancaran perjalanan kereta api dan juga berdampak pada kenyamanan penumpang, terlebih lintas Jatinegara - Cikarang merupakan jalur yang nantinya akan dilakukan pembangunan Double-Double Track (DDT), yang mana proyek DDT tersebut sampai saat ini baru terealisasi sampai dengan Stasiun Cakung.

Maksud dari penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah untuk memberikan masukan serta saran kepada pihak-pihak terkait untuk dilakukannya peningkatan daya gardu traksi di Bekasi Timur terhadap rencana penambahan perjalanan KRL di lintas Bekasi - Cikarang. Tujuan penelitian ini Mengetahui kapasitas lintas di petak jalan Bekasi Timur – Tambun, Menganalisa kebutuhan daya gardu traksi Bekasi Timur untuk

suplai tenaga listrik KRL di petak jalan Bekasi Timur – Cibitung berdasarkan rencana penambahan perjalanan KRL lintas Bekasi – Cikarang dan Menganalisa perbandingan antara gardu traksi eksisting dengan hasil perhitungan kebutuhan daya gardu traksi untuk suplai tenaga listrik KRL lintas Bekasi - Cikarang.

Maka dari itu, penulis mengambil judul untuk penelitian Kertas Kerja Wajib ini dengan judul, "**ANALISIS KEBUTUHAN DAYA GARDU TRAKSI BEKASI TIMUR TERHADAP RENCANA PENAMBAHAN PERJALANAN 3 KRL LINTAS BEKASI - CIKARANG**", untuk mengetahui dampak penambahan jumlah perjalanan KRL terhadap kapasitas daya gardu traksi di Bekasi Timur.

## **II. Metodologi Penelitian**

### **A. Lokasi dan Waktu Penelitian**

#### 1. Tempat penelitian

Lokasi yang dijadikan sebagai wilayah kajian penelitian yaitu terletak di wilayah DAOP 1 Jakarta dan wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten, tepatnya di Gardu Traksi Bekasi Timur yang terletak pada KM 28+800 petak jalan Stasiun Bekasi - Bekasi Timur.

#### 2. Waktu penelitian

Waktu penelitian erat kaitannya dengan jangka waktu yang digunakan untuk melakukan penelitian tersebut. Adapun penelitian ini dilakukan bersamaan dengan berlangsungnya kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) dan dilanjutkan dengan kegiatan Magang yang dilakukan selama periode tanggal 28 Februari 2022 s.d. 17 Juni 2022.

### **B. Metode Pengumpulan Data**

#### 1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui kegiatan observasi dan pengamatan langsung mengenai kondisi peralatan dan cara kerja serta kemampuan gardu traksi Bekasi Timur dalam mendukung rencana penambahan perjalanan KRL di lintas Bekasi - Cikarang. Selain melalui pengamatan langsung, data primer juga dapat diperoleh melalui kegiatan wawancara dengan pihak yang memiliki pengetahuan dan kewenangan terhadap gardu traksi Bekasi Timur. Adapun data primer tersebut yaitu terkait kondisi aktual peralatan gardu traksi Bekasi Timur yang kemudian didokumentasikan dalam bentuk gambar.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung dan pada umumnya diperoleh berkat andil pihak-pihak atau instansi yang memiliki keterkaitan dengan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian tersebut. Adapun data sekunder yang diperoleh diantaranya yaitu:

a. Lokasi gardu traksi

Data ini berisi tentang lokasi dan letak Km gardu traksi.2) Jarak antar gardu traksi Dari letak km gardu traksi didapatkan nilai jarak antar gardu traksi yang kemudian jarak antar gardu traksi ini berguna untuk perhitungan jarak pengisian gardu traksi.

b. Kapasitas gardu traksi eksisting

Data ini berisi tentang besaran kapasitas gardu traksi yang sudah ada sebelumnya.

c. Spesifikasi gardu traksi

Data ini berisi mengenai spesifikasi teknis peralatan gardu traksi yang meliputi besaran daya, tegangan, arus, tahun mulai dioperasikannya gardu traksi serta pabrik buatan gardu traksi tersebut.

d. Berat total sarana KRL

Data ini berfungsi untuk perhitungan beban maksimum kereta yang berpengaruh terhadap penggunaan daya listrik.

e. Jenis sarana KRL

Data ini berisi tentang jenis-jenis KRL yang beroperasi di lintas Jatinegara - Cikarang. Masing-masing jenis KRL memiliki karakteristik yang berbeda-beda yang juga turut berpengaruh terhadap penggunaan sumber listrik sebagai tenaga penggerakannya.

f. Kebutuhan daya motor traksi

Data ini berisi tentang besaran kebutuhan daya motor traksi untuk mengetahui besaran daya yang terpakai oleh motor traksi.

g. Jadwal Perjalanan KRL

Data ini berisi tentang jadwal perjalanan kereta untuk mengetahui frekuensi KRL yang beroperasi di wilayah lintas serta dapat mengetahui besaran headway yang ada di lintas tersebut.

h. Volume penumpang

Data volume penumpang berisi tentang jumlah penumpang pada masing-masing stasiun untuk mengetahui besaran pertumbuhan jumlah penumpang dari tahun ke

tahun serta dapat menjadi acuan untuk dilakukannya perhitungan peramalan jumlah penumpang di masa yang akan datang.

### C. Pengolahan Data

Rencana penelitian berupa kerangka penelitian untuk mengetahui permasalahan yang akan diteliti serta mendapatkan pemecahan masalah atas permasalahan yang diangkat. Adapun judul yang diangkat yaitu "Analisis Kebutuhan Daya Gardu Traksi Bekasi Timur Terhadap Rencana Penambahan Perjalanan KRL Lintas Bekasi - Cikarang"

### D. Analisis Data

- a. Analisis kondisi eksisting.
- b. Analisis peramalan jumlah penumpang.
- c. Analisis kebutuhan daya Gardu Traksi Bekasi Timur.



### E. Formula Matematika

1. Berikut merupakan rumus untuk melakukan perhitungan berat total KRL:

Rumus III.1 Berat Total KRL

$$\Sigma \text{ Berat Total KRL} = \Sigma \text{ Berat Kosong} + \Sigma \text{ Berat Penumpang 200\%}$$

2. Rumus III.2 Kebutuhan Daya Gardu Traksi

$$P = (K_o)(K_x)(K)(W_t)(S)(C)$$

3. Rumus III.3 Jarak Pengisian Antar Gardu

$$D = \frac{1}{2} (B - A) + \frac{1}{2} (C - B)$$

4. Rumus III.4 Metode Aritmatik

$$K_a = \frac{(P_n - P_o)}{(T_n - T_o)}$$

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o)$$

### III. Hasil dan Pembahasan

a. Analisis Kondisi Eksisting

Kapasitas Lintas Petak jalan Bekasi Timur dengan Tambun menggunakan rel ganda dan menggunakan sinyal elektrik. Maka perhitungan kapasitas lintas yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$C = (1728 \cdot E) / ((60(D/V)) + t)$$

$$C = (1728 \cdot 1) / ((60 \cdot (4,460/95)) + 2,5) = 325 \text{ KA/hari}$$

- b. Analisis Peramalan Jumlah Penumpang (Demand Forecasting) Pada penelitian ini dilakukannya peramalan yaitu untuk meramalkan pertumbuhan jumlah penumpang KRL lintas Bekasi line yang menjadi salah satu dasar untuk program perencanaan dan kebijakan mengenai peningkatan kapasitas gardu traksi Bekasi Timur di masa yang akan datang. Pendekatan yang dilakukan diantaranya yaitu pendekatan aritmatik, geometri, dan least square.

**Tabel V. 1** Jumlah Penumpang Bekasi Line

No	Tahun	Jumlah Pnp Per Tahun	Jumlah pnp rata-rata per hari
1	2017	45.440.228	1.244.93,8
2	2018	53.227.107	1.458.27,7
3	2019	53.673.499	1.470.50,7

Sumber: PT Kereta Commuter Indonesia, 2022

Data yang digunakan merupakan data penumpang tahun 2017 - 2019 tanpa menggunakan data jumlah penumpang pada tahun 2020 dengan

mengasumsikan di tahun tersebut terjadi penurunan jumlah penumpang yang signifikan akibat kebijakan pemerintah mengenai Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) untuk menanggulangi penyebaran virus covid-19 di Indonesia.

**Tabel V. 2** Hasil Perhitungan Pendekatan Aritmatik, Geometri, dan Least Square

Tahun	Jumlah Penumpang	Hasil Perhitungan		
		Aritmatik	Geometri	<i>Least Square</i>
2017	45.440.228	45440228	45440228	42547007
2018	53.227.107	57343742,5	58010943	46663643
2019	53.673.499	61906770	63754968	507802278

Tahun	Jumlah Penumpang	Hasil Perhitungan		
		Aritmatik	Geometri	<i>Least Square</i>
Jumlah	152.340.834	164690740,5	167206139	139990928
R <sup>2</sup>		0,99376933	0,9912562	0,8067124
R		0,996879797	0,995618487	0,8981717
STD		5821801,8	70077572	27306848,6

*Sumber: Hasil Analisis, 2022*

Dari hasil analisis tersebut kemudian dicari pendekatan yang memiliki nilai standar deviasi terkecil dan koefisien relasi terbesar. Maka dapat dilihat bahwasanya pendekatan arimatik merupakan pendekatan yang paling mendekati kebenaran dan akan digunakan pada analisis ini.

c. Analisis Kebutuhan Daya Gardu Traksi Bekasi Timur

Saat *headway* 12 menit di jam sibuk pagi

Dengan diketahui:

$$C = 10 \text{ KRL}$$

$$S = 6,53 \text{ km}$$

$$Wt = 559,24 \text{ ton}$$

$$K = 0,05$$

Dengan menggunakan parameter tersebut, maka kebutuhan daya gardu dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= (K_0) (K_x) (K) (Wt) (S) (C) \\ &= 1,1 \times 1,2 \times (0,05) \times 559,24 \times 6,53 \times (10) \\ &= 2410,213 \text{ kW} \sim 3012,766 \text{ kVA.} \end{aligned}$$

Berikut merupakan perbandingan kebutuhan daya gardu traksi Bekasi Timur dengan kapasitas eksisting:

FREKUENSI	DAYA (kW)	EKSISTING (kW)	KETERANGAN	KAPASITAS TRAFO (kVA)	EKSISTING (kVA)	$\Delta\%$	KETERANGAN
6	1446,12	4000	Cukup	1807,659	4530	39,9	Kontinyu
10	2410,21	4000	Cukup	3012,766	4530	66,5	Kontinyu
13	3133,27	4000	Cukup	3916,59	4530	86,45	Kontinyu
16	3856,34	4000	Cukup	4820,42	4530	106,41	2 Jam
23	5543,48	4000	Tidak Cukup	6929,36	4530	152,96	5 Menit

#### IV. Kesimpulan

Setelah dilakukannya analisis perhitungan kebutuhan daya gardu traksi Bekasi timur terhadap rencana penambahan perjalanan KRL lintas Bekasi - Cikarang, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu Kapasitas lintas di petak jalan Bekasi Timur - Tambun didapat sebesar 325 KA/hari. Kebutuhan daya gardu traksi Bekasi Timur untuk suplai tenaga listrik KRL di lintas Bekasi - Cikarang berdasarkan rencana penambahan perjalanan KRL di tahun 2025 tidak mencukupi. Sebab kapasitas daya gardu traksi Bekasi Timur eksisting sebesar 4000 kW lebih kecil dibanding dengan kebutuhan daya gardu berdasarkan penambahan perjalanan KRL sebanyak 13 perjalanan pada tahun 2025 sebesar 5543,48 kW. Berdasarkan analisis yang dilakukan pada perhitungan kebutuhan daya gardu traksi terhadap rencana penambahan perjalanan KRL lintas Bekasi - Cikarang, didapat perbandingan gardu traksi eksisting dengan kebutuhan daya gardu traksi hasil perhitungan yaitu pada kondisi sekarang berdasarkan data perjalanan KRL dengan frekuensi KRL yang melintas sebanyak 10 KRL di satu jam sibuk masih

mencukupi untuk menyuplai daya listrik ke KRL di petak jalan Bekasi Timur - Tambun. Sedangkan jika dilakukan penambahan frekuensi jumlah perjalanan KRL berdasarkan analisis kebutuhan perjalanan menjadi 23 KRL pada satu jam sibuk tersebut maka kapasitas daya gardu traksi eksisting tidak cukup untuk menyuplai daya ke KRL. Sebab daya gardu traksi eksisting lebih kecil dibandingkan daya yang dibutuhkan.

## **V. Saran.**

Selain memperhatikan kapasitas lintas, sebelum melakukan penambahan perjalanan KRL baiknya perlu memperhatikan kebutuhan daya gardu traksi di masa yang akan datang dan Untuk memenuhi kebutuhan daya Gardu Traksi Bekasi Timur, kapasitas yang disarankan untuk dilakukannya peningkatan yaitu sebesar 2 x 3000 kW guna menyuplai daya KRL di lintas Bekasi - Cikarang terhadap rencana penambahan perjalanan KRL pada jam sibuk sebanyak 23 KRL dengan headway 5,21 menit.

## **Ucapan Terima Kasih**

Terimakasih Kepada Pihak Yang membantu dalam penyelesaian Jurnal ini. Terimakasih Kepada Dosen Pembimbing dan Dosen lain atas arahan untuk saya, terimakasih untuk kedua Orang tua saya yang selalu mendoakan dan teman-teman yang selalu Mendukung dalam proses Penyelesaian jurnal ini

## **Daftar Pustaka**

- \_\_\_\_.(2007). Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- \_\_\_\_.(2018). Peraturan Menteri Nomor 50 Tahun 2018 tentang Persyaratan Teknis Instalasi Listrik Perkeretaapian. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- \_\_\_\_.(2022). diakses 15 Juli 2022, dari <http://bappeda.jabarprov.go.id/kondisigeografis/>
- Division, Distribution Systems, Social Infrastructure, Systems Company, and Toshiba Corporation. 2016. "Bekasi Line Traction Power Substation Capacity Calculation," no. May.
- Dwiatmoko, H. 2016. Pengujian Fasilitas Operasi Kereta Api. Jakarta: Kencana.
- Dwiatmoko, H., et al. 2020. Peran Angkutan Kereta Api Komuter Dalam Meningkatkan Perekonomian di Wilayah Gerbang Kertausila. Surabaya : Scopindo.

- Muhammad, Rasyid Shiddiq. 2016. "Analisis Kinerja Konverter Dan Inverter Pada Kelistrikan Kereta Rel Listrik di PT Kereta Api Commuter Jabodetabek" Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Nurfaizi, Thio Khoris. 2021. "Rencana Pola Operasi Terhadap Pembangunan Jalur Ganda Lintas Kiaracondong–Cicalengka." Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD, Bekasi.
- P., Mariana Diah, dan Feby Wiratama Putra. 2019. "Perhitungan Efektivitas Gardu Traksi Krl Lintas Manggarai - Bogor." Politeknik Perkeretaapian Indonesia, Madiun. Puspitasari,
- M. D., Putra, F. W. 2019. "Perhitungan Efektivitas Gardu Traksi Bojong Gede Pada Lintas Manggarai - Bogor" Politeknik Perkeretaapian Indonesia, Madiun.
- Saputra, Awaludin. 2019. "Studi Evaluasi Analisa Perhitungan Kapasitas Daya Gardu Traksi Terhadap Kebutuhan KRL Jalur Depok-Manggarai." EPIC : Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control 2 (2): 1–8. <https://doi.org/10.32493/epic.v2i2.2886>.
- Sari, Indah. 2020. "Skripsi Studi Perencanaan Kapasitas Gardu Traksi Klender Untuk Operasional Kereta Rel Listrik (Krl) Lintas Jatinegara-Bekasi." Supriadi, Uned. 2008. Kapasitas Lintas dan Permasalahannya. PT Kereta Api (Persero), Bandung. Utama
- Amri, Hario. 2019. "Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi Terhadap Kebutuhan Krl Jalur Pasar Minggu-Lenteng Agung" IX (1): 44–50.