Analisis Rencana Pengoperasian KRL Lintas Yogyakarta-Kutoarjo Sebagai Pengganti KRDE Prameks

Analysis of the Operation Plan for Electric Multiple Unit on the Yogyakarta-Kutoarjo Line as a Replacement for Prambanan Express

Faza Fadhilah[1], Marsono Yugi Hartiman[2], Imam Prasetyo[3]

[1]Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD

Jalan Raya Setu No.89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

[2] Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD

Jalan Raya Setu No.89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

[3]Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Kementrian Perhubungan

Jalan Merdeka Barat No.8 Jakarta Pusat 10110, Indonesia

[1]fazafadhilah2.0@gmail.com , *[3]imam_prasetyo@kemenhubb.go.id*

Diterima : September 2023, Direvisi : September 2023, Disetujui : September 2023

ABSTRACT

The Prambanan Express or usually called Pramex railway line in Yogyakarta-Kutoarjo is planned to be electrified and incorporated into the 2020-2024 National Railway Master Plan to become Electric Multiple Unit or EMU. This is in response to the increasing number of passengers using, which has already reached a load factor of 150%. As part of this plan, the facilities of Pramex will be replaced and upgraded to accommodate the growing number of passengers.

Technical condition of Pramex and its facilities will be analyzed operation to determine the necessary upgrades and replacements. This includes assessing the availability of facilities, passenger capacity, and any disruptions to the Pramex facilities. Data on Pramex passengers during peak hours, such as travel time, speed, and acceleration and deceleration times, will be used to determine the number of trips and facilities required for each year.

From the research concludes that converting Pramex to EMU will help meet the facility availability and passenger capacity requirements, while minimizing disruptions. A new EMU travel schedule will be developed, based on the peak hours of Pramex in the morning and afternoon. This will inform the planning of the necessary facilities and serve as an example for the overall Train Timetable.

Keywords : *Prambanan Express, Electric Multiple Unit, Passengers, Operation*

ABSTRAK

Prambanan Ekspres atau yang biasanya disebut kereta api KRDE Prameks pada lintas Yogyakarta-Kutoarjo direncanakan akan dielektrifikasi dan dimasukkan ke dalam Rencana Induk Kereta Api Nasional 2020-2024 untuk menjadi Kereta Rel Listrik atau KRL. Hal ini sebagai respons terhadap peningkatan jumlah penumpang yang telah mencapai faktor beban penumpang sebesar 150%. Sebagai bagian dari rencana ini, fasilitas Prameks akan digantikan dan ditingkatkan untuk menampung jumlah penumpang yang semakin meningkat.

Kondisi teknis Prameks dan fasilitasnya akan dianalisis secara operasional untuk menentukan perbaikan dan penggantian yang diperlukan. Ini termasuk menilai ketersediaan fasilitas, kapasitas penumpang dan gangguan sarana terhadap fasilitas Prameks. Data tentang penumpang Prameks selama jam sibuk, seperti waktu perjalanan, kecepatan, waktu percepatan dan perlambatan yang akan digunakan untuk menentukan jumlah perjalanan dan fasilitas yang diperlukan untuk pergantian.

Dari penelitian ini disimpulkan bahwa mengubah Prameks menjadi KRL akan membantu memenuhi persyaratan ketersediaan fasilitas dan kapasitas penumpang, dengan meminimalisir gangguan. Jadwal perjalanan KRL baru akan direncanakan dan berdasarkan jam sibuk Prameks pada pagi dan sore hari. Ini akan menjadi panduan dalam perencanaan fasilitas yang diperlukan dan menjadi contoh dalam penjadwalan baru KRL secara keseluruhan.

Kata Kunci : KRDE Prameks, KRL, Penumpang, Operasi

I. PENDAHULUAN

Berdasarakan rencana Induk Perkeretaapian Nasional adanya progam jalur elekterifikasi lintas Yogyakarta-Kutoarjo, maka perlu adanya sarana dan prasarana perkeretaapian yang dibangun guna menunjang elektrifikasi tersebut. Sarana yang digunakan untuk jalur elekterifikasi adalah Kereta Rel Linstrik (KRL). KRL merupakan salah satu sarana perkeretaapian yang dapat bergerak dengan system penggerak utama yaitu motor listrik. KRL bertujuan untuk menggantikan KRDE Prameks yang sudah beroperasi terlebih dahulu. Dengan adanya peningkatan pada KRL diharapkan dapat meningkatkan mobilitas masyarakat di wilayah Yogyakrta-Kutoarjo.

Progam pembangunan jalur elektrifikasi Yogyakarta-Kutoarjo dan penggantian KRDE Pramkes menjadi KRL maka perlu dilakukan analisis perbandingan kondisi teknis dari KRDE Prameks, peningkatan jumlah penumpang yang tinggi pada KRDE Prameks, penambahan jumlah kebutuhan sarana KRDE Prameks terhadap perencanaan kebutuhan KRL yang akan digunakan untuk mengangkut seluruh penumpang KRDE Prameks yang selalu mengalami kenaikan setiap tahunnya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ialah lokasi daerah studi dimana penelitian ini dilakukan. Adapun tempat penelitian dilakukan pada Stasiun Yogyakarta dan Stasiun Kutoarjo. Waktu penelitian dilaksanakan pada kegiatan Praktik Kerja Lapangan dan kegiatan magang yaitu pada tanggal awal dimulai 6 Maret 2023 sampai dengan 30 Juni 2023.

B. Metode Pengumpulan Data

Digunakan metode pengumpulan data yang berisi cara yang digunakan dalam tahap pemgumpulan data secara objektif dari berbagai sumber yang relevan.

1. Data Sekunder

Data sekunder ialah sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung yaitu melalui perantara. Data yang diperoleh dari berbagai instansi terkait DAOP 6 Yogyakarta dan data dari Laporan Umum PKL Satpel Yogyakarta 2023.

2. Data Primer
   Data primer merupakan data yang didapatkan dari observasi langsung di lapangan yaitu pada Depo Lokomotif Yogyakarta. Selain itu pada penelitian ini, data primer didapatkan juga dari survey wawancara penumpang KRDE Prameks dari Stasiun Yogyakarta dan Stasiun Kutoarjo.

C. Pengolahan Data

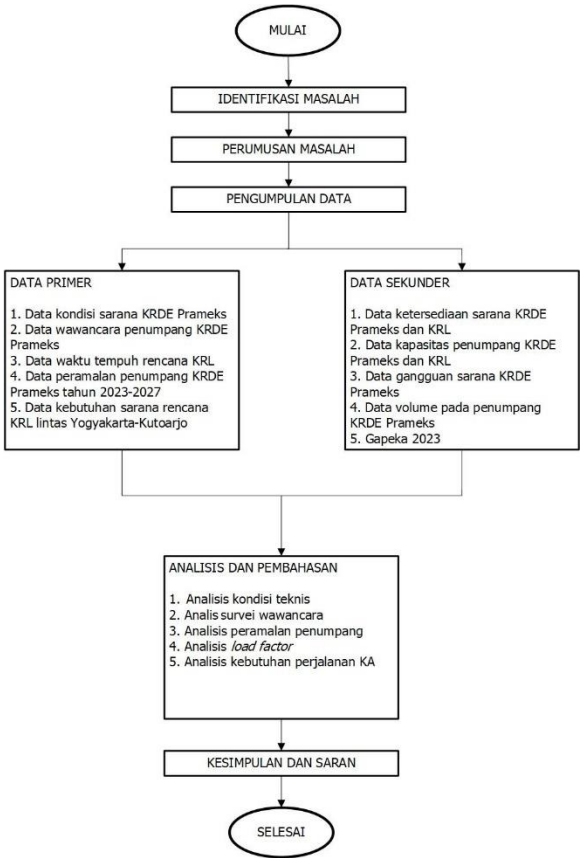
Penelitian ini terlebih dahulu mengumpulkan data sekunder maupun data primer. Kemudian data-data tersebut nantinya akan dianalisis sehingga akan didapatkan suatu rekomendasi.

D. Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan berupa secara deskriptif dan kuantitatif. Berikut metode-metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Analisis Kondisi Teknis
   Dalam analisis kondisi teknis ini menggambarkan kondisi teknis dari ketersediaan sarana, kapasitas penumpang dan gangguan sarana untuk menjelaskan sesuai hasil analisis yang dilakukan.
2. Analisis Survei Wawancara Penumpang
   Survei ini dibagikan kepada penumpang menggunakan *barcode* maupun secara langsung dengan mengisi *Google Form* yang bertujuan memperoleh informasi responden guna data yang dibutuhkan untuk KRDE Prameks.
3. Analisis Waktu Tempuh
   Analisis bertujuan untuk mencari waktu tempuh ada beberapa bagian yang menjadi perhitungan waktu tempuh rencana pergantian untuk sarana KRL, meliputi kecepatan grafis dan waktu percepatan dan perlambatan.
4. Analisis Peramalan Penumpang
   Analisis peramalan penumpang bertujuan untuk mengetahui jumlah penumpang beberapa tahun kedepan guna menentukan jumlah perjalanan yang akan dioperasikan guna mengangkut seluruh penumpang KRDE Prameks rencana pergantian dengan KRL.
5. Analisis Kebutuhan Sarana
   Analisis jumlah kebutuhan sarana dimaksudkan untuk mengetahui kebutuhan sarana yang diperlukan pada tahun tertentu berdasarkan perhitungan dengan acuan prediksi jumlah penumpang. Perhitungan jumlah kebutuhan sarana dengan menggunakan jumlah prediksi penumpang dibandingkan dengan kapasitas yang pada KRDE Prameks.

6. Bagan Alir Penelitian



Gambar I.1 Bagan Alir Penelitian

Sumber: Hasil Analisis, 2023

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kondisi Teknis

1. Ketersediaan Sarana

Berikut ditampilkan seri sarana dari KRDE AC yang ada di Depo Lokomotif Yogyakarta yang berjumlah 20 kereta.

Tabel III.2 Seri Sarana KRDE AC

No	Kepemilikan	Tipe Sarana	No Sarana	Wilayah	Depo Induk	Tahun Dinas
1	PT. KAI	K3 2	K321216	DAOP 6	YK	2012
2	PT. KAI	K3 2	K321217	DAOP 6	YK	2012
3	PT. KAI	K3 2	K321218	DAOP 6	YK	2012
4	PT. KAI	K3 2	K321219	DAOP 6	YK	2012
5	PT. KAI	K3 2	K321220	DAOP 6	YK	2012
6	PT. KAI	K3 2	K321201	DAOP 6	YK	2012
7	PT. KAI	K3 2	K321202	DAOP 6	YK	2012
8	PT. KAI	K3 2	K321203	DAOP 6	YK	2012
9	PT. KAI	K3 2	K321204	DAOP 6	YK	2012
10	PT. KAI	K3 2	K321205	DAOP 6	YK	2012
11	PT. KAI	K3 2	K321206	DAOP 6	YK	2012
12	PT. KAI	K3 2	K321207	DAOP 6	YK	2012
13	PT. KAI	K3 2	K321208	DAOP 6	YK	2012
14	PT. KAI	K3 2	K321209	DAOP 6	YK	2012
15	PT. KAI	K3 2	K321210	DAOP 6	YK	2012
16	PT. KAI	K3 2	K321221	DAOP 6	YK	2012
17	PT. KAI	K3 2	K321222	DAOP 6	YK	2012
18	PT. KAI	K3 2	K321223	DAOP 6	YK	2012
19	PT. KAI	K3 2	K321224	DAOP 6	YK	2012
20	PT. KAI	K3 2	K321225	DAOP 6	YK	2012

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Untuk yang beroperasi di lintas Yogyakarta-Kutoarjo sarana yang digunakan pada KRDE Prameks merupakan KRDE AC memiliki 4 trainset yang terdiri dari 5 kereta, jumlah KRDE AC yang ada di Depo Lokomotif Yogyakarta berjumlah 20 kereta.

Gambar III.1 Sarana Prameks

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

Berikut ditampilkan seri sarana dari KRL yang ada di Depo Klaten memiliki jumlah kereta yatu 40 kereta.

Tabel III.2 Seri Sarana KRL

No	Kepemilikan	Tipe Sarana	No Sarana	Wilayah	Tahun Dinas
1	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 01	DAOP 6	2011
2	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 02	DAOP 6	2011
3	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 03	DAOP 6	2011
4	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 04	DAOP 6	2011
5	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 05	DAOP 6	2011
6	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 06	DAOP 6	2011
7	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 07	DAOP 6	2011
8	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 08	DAOP 6	2011
9	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 09	DAOP 6	2011
10	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 10	DAOP 6	2011
11	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 11	DAOP 6	2011
12	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 12	DAOP 6	2011
13	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 13	DAOP 6	2011
14	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 14	DAOP 6	2011
15	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 15	DAOP 6	2011
16	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 16	DAOP 6	2011
17	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 17	DAOP 6	2011
18	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 18	DAOP 6	2011
19	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 19	DAOP 6	2011
20	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 20	DAOP 6	2011
21	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 21	DAOP 6	2011
22	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 22	DAOP 6	2011
23	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 23	DAOP 6	2011
24	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 24	DAOP 6	2011
25	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 25	DAOP 6	2011
26	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 26	DAOP 6	2011
27	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 27	DAOP 6	2011
28	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 28	DAOP 6	2011
29	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 29	DAOP 6	2011
30	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 30	DAOP 6	2011
31	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 31	DAOP 6	2011
32	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 32	DAOP 6	2011
33	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 33	DAOP 6	2011
34	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 34	DAOP 6	2011
35	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 35	DAOP 6	2011
36	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 36	DAOP 6	2011
37	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 37	DAOP 6	2011
38	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 38	DAOP 6	2011
39	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 39	DAOP 6	2011
40	PT. KCI	KRL KFW	K3 1 11 40	DAOP 6	2011

Sumber: Hasil Analisis, 2023

KRL yang dijadikan sebagai perbandingan menggunakan KRL yang berada di Depo Klaten. KRL ini melayani penumpang dari stasiun Yogyakarta hingga stasiun Palur. Sarana yang digunakan pada KRL merupakan KRL KFW yang memiliki 10 trainset yang terdiri dari 4 kereta, jumlah KRL pada Depo Klaten adalah 40 kereta.

Gambar III.2 Sarana KRL Stasiun Yogyakarta

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

2. Kapasitas Penumpang

Untuk perbandingan langsung dari KRDE Prameks dengan KRL dapat dilihat dari kapasitas penumpang sendiri dengan mendapatkan hasil perbandingan sebagai berikut:

Tabel III.3 Perbandingan Kapasitas Penumpang

K3 KRDE Prameks	KRL	
1 Trainset 5 Kereta	1 Trainset 4 Kereta	
	Penumpang Normal	
Duduk: 252 pnp Berdiri: 244 pnp Jumlah: 496 pnp	Duduk	236pnp
	Berdiri	434 pnp
	Jumlah	670 pnp
	Penumpang Maksimal	
	Duduk	236 pnp
	Berdiri	868 pnp
	Jumlah	1104 pnp

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Pada kondisi KRDE Prameks saat ini yang beroperasi 4 perjalanan tiap hari dengan kapasitas penumpang 496, maka hanya dapat mengangkut penumpang 1.984 penumpang. Jika tetap dipaksakan untuk beroperasi maka pada beberapa tahun mendatang dengan jumlah perjalanan yang sama dan kapasitas penumpang tetap maka KRDE Prameks tidak bisa lagi untuk mengangkut seluruh penumpang.

3. Gangguan Sarana KRDE Prameks

Berikut adalah analisis dari gangguan yang terjadi pada sarana KRDE Prameks:

Tabel III.4 Analisis Gangguan KRDE Prameks

KRDE Prameks		
Gangguan	Penyebab	Penanganan
Pintu tidak bisa tertutup	Kabel yang terinduksi arus kabel sebelahnya karena lembab	Sementara ditutup manual dan dilakukan perawatan pintu di Balai Yasa Yogyakarta
Tenaga hilang	Kegagalan pada *throtle*	Dilakukan penormalan dengan *bypass emergency* kompresor
Tenaga lemah	Indikator suhu generator naik dikarenakan skun kendor	Dilakukan pergantian skun
Arus 380 hilang	*Engine hunting*	Dilakukan *start* ulang
Bocoran pada selang *vacum*	Bocoran angin pada pipa bawah toilet	Dilakukan pergantian selang *vacum*
Hot engine	Bocoran pada pendingin	Dilakukan pembersihan pada filter pendingin dan pemasangan kembali
Parking brake	Kerusakan pada kran pengereman	Dilakukan tumbeng pada kran pengereman dan kran parking
Pengereman	Sobek pada distributor *valve*	Dilakukan pergantian distributor *valve*
Leveling valve	*Leveling valve* patah	Dilakukan pergantian *leveling valve*

Sumber: Hasil Analisis, 2023

B. Analisis Survei Wawancara Penumpang

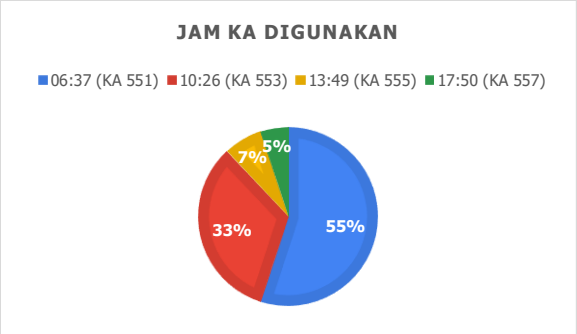
Bedasarkan jumlah penumpang KRDE Prameks pada bulan Maret 2023 sejumlah 77.012 penumpang, maka berdasarkan rumus slovin diatas didapatkan sampel:

$$n = \frac{77.012}{1 + 77.012\ (0,1)^2}$$

$$n = 99,87$$

Perhitungan jumlah sampel menunjukan 99,87 maka dibulatkan menjadi 100 responden. Berikut untuk hasil survei wawancara penumpang KRDE Prameks Stasiun Yogyakarta pada jam padat pagi.

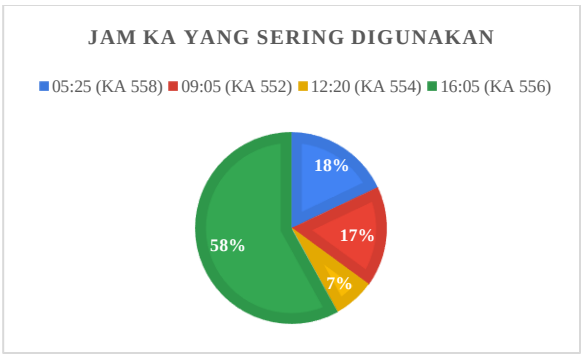
Dari data jumlah penumpang, maka dilakukan survey pada jam padat yaitu pada pukul 06.30 - 10.30 WIB di Stasiun Yogyakarta dan pada pukul 15.00 - 18.30 di Stasiun Kutoarjo untuk mengetahui pada jam berapa kereta yang paling sering digunakan serta alasan menggunakan kereta pada jam tersebut.



Gambar III.3 Jam KA Digunakan Penumpang Prameks Stasiun Yogyajarta

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dari hasil survei menunjukan KA yang digunakan penumpang pada jam 06:37 (KA 551) sejumlah 55 orang, pada jam 10:26 (KA 553) sejumlah 33 orang, pada jam 13:49 (KA 555) sejumlah 7 orang dan pada jam 17:50 (KA 557) sejumlah 5 orang menggunakan KRDE Prameks dari Stasiun Yogyakarta.



Gambar III.4 Jam KA Digunakan Penumpang Prameks Stasiun Kutoarjo

Sumber: Hasil Analisis, 2023

C. Analisis Waktu Tempuh

Perhitungan waktu tempuh petak jalan yang dimulai pada Stasiun Yogyakarta – Stasiun Kutoarjo dengan melihat waktu tempuh eksisting didapatkan perhitungan tempuh baru yaitu:

Tabel III.5 Perbandingan Waktu Tempuh Eksisting dan Baru

Petak Jalan	Waktu Tempuh eksisting (Menit)	Waktu tempuh baru (Menit)
Yogyakarta-Patukan	5	3,59
Patukan-Rewulu	4	3,84
Rewulu-Sentolo	8	7,12
Sentolo-Wates	11	a7,93
Wates-Kedundang	7	5,46
Kedundang-Wojo	8	5,55
Wojo-Jenar	10	6,55
Jenar-Kutoarjo	14	10,6
Waktu Tunggu Stasiun (1 menit setiap stasiun)	8	8
Total	75	58,62

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dari perhitungan waktu tempuh, didapatkan hasil bahwa setelah diketahui waktu tempuh perjalanan KRL lintas Yogyakarta-Kutoarjo maka dapat dicari tahu waktu total *roundtrip time* dimana ditambah dengan asumsi waktu tunggu stasiun total 8 menit dan asumsi waktu untuk *turnback* adalah 81 menit, maka

waktu total *roundtrip* dapat di hitung sebagai berikut

Waktu total perjalanan
= (($t_{yogyakarta\text{-}kutoarjo}$) + ($t_{waktu\ tunggu\ stasiun}$)) × 2 + ($t_{turnback}$ × 2)

Didapat total *Roundtrip time* yaitu:

= (58,62 + 8) × 2 + (81 × 2)

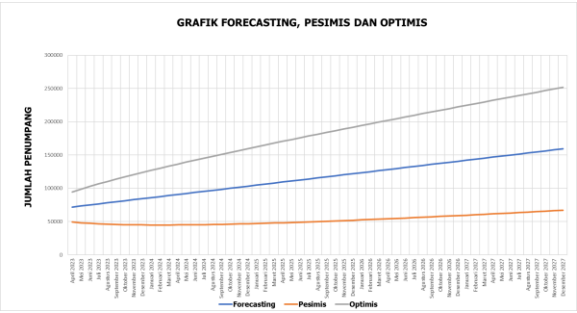
= 133,24 + 162

= 295,24 menit atau 4,92 jam

Untuk hasil perhitungan *roundtrip time* mendapatkan hasil waktu total *roundtrip time* atau perjalanan dari awal KRL lintas Yogyakarta-Kutoarjo yaitu 295,24 menit atau setara dengan 4,92 jam. Untuk waktu *roundtrip time* dapat digunakan untuk bahan perhitungan kebutuhan sarana KRL lintas Yogyakarta-Kutoarjo.

D. Analisis Peramalan Penumpang

Dalam pertumbuhan penunpang yang telah ditunjukan, dapat ditunjukkan dengan grafik proyeksi penumpang untuk nilai peramalan, nilai pesimis dan nilai optimis jumlah penumpang untuk 5 tahun kedepan sebagai berikut:



Gambar III.5 Grafik Forecasting, Pesimis Dan Optimis Penumpang Prameks

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dari grafik diatas didapatkan hasil dari jumlah penumpang dilihat dari nilai peramalan sampai Desember 2027 mendapatkan hasil 160.952 penumpang, nilai pesimis sebesar 67.801 penumpang dan nilai optimis sebesar 254.103 penumpang.

E. Analisis Kebutuhan Sarana

1. Perhitungan *Load Factor KRDE Prameks*

   Berdasarkan peramalan yang dilakukan sampai dengan tahun 2027 diperhatikan juga terkait kebutuhan *load factor* KRDE Prameks dimana hanya diperbolehkan mengangkut maksimal 150% penumpang pada setiap sarana merujuk pada KM 8 tahun 2001 dengan perhitungan:
   Rangkaian K3 KRDE Prameks
   1 rangkaian = 1 *train set* =
   TeC_1 - M - T- T – TeC_2
   Jumlah penumpang = 619 penumpang
   Dalam 1 bulan mampu mengangkut:
   619 x 4 perjalanan x 30 hari = 74.280 penumpang

   Dengan hasil prediksi pada bulan Desember 2027 sebesar 160.924 penumpang, kondisi eksisting KRDE Prameks sudah tidak mampu mengangkut penumpang pada tahun 2027. Untuk perlu diadakan penambahan frekuensi perjalanan KA/hari yang akan digantikan menjadi KRL.

2. Perhitungan Frekuensi Kebutuhan Perjalanan

   Untuk menentukan perhitungan jumlah perjalanan kereta saat *peak hour* dihitung dengan:

$$Kebutuhan\ Perjalanan = \frac{Jumlah\ penumpang\ KA/hari\ peak\ hour}{Kapasitas\ angkut\ KA}$$

$$Kebutuhan\ Perjalanan = \frac{750\ pnp/hari}{619\ penumpang}$$

$$Kebutuhan\ Perjalanan = 1{,}211 \approx 2\ perjalanan/hari$$

Berikutnya dilakukan perhitungan jumlah perjalanan kereta saat *off peak* dihitung dengan:

$$Kebutuhan\ Perjalanan = \frac{Jumlah\ penumpang\ KA/hari\ off\ peak}{Kapasitas\ angkut\ KA}$$

$$Kebutuhan\ Perjalanan = \frac{4.252\ pnp/hari}{619\ penumpang}$$

$$Kebutuhan\ Perjalanan\ = = 6{,}869 \approx 7 \text{ perjalanan/hari}$$

Pada kondisi KRDE Prameks Yogyakarta-Kutoarjo yang beroperasi setiap harinya ada 4 perjalanan, jika menggunakan KRL jumlah perjalanan ditambahkan karena disesuaikan dengan pertumbuhan jumlah penumpang KA Prameks tiap harinya bertambah dari tahun ke tahun.

Dari perhitungan diatas maka didapatkan hasil perkiraan jumlah kebutuhan perjalanan mengangkut penumpang pada tahun 2027. Untuk frekuensi KRDE Prameks yang diperlukan dalam satu hari yaitu 9 perjalanan/hari dengan jumlah perjalan saat *peak hour* yaitu 2 perjalanan dan saat *off peak* 7 perjalanan. Artinya ada penambahan perjalanan/hari dari kondisi sekarang saat ini yang memiliki 4 perjalanan/hari.

3. Perhitungan *Headway*

Dengan masih menggunakan jadwal KRDE Prameks yang tiap hari beroperasi selama 13 jam dari pukul 06.00 WIB-19.00 WIB dari 4 perjalanan/hari lintas Yogyakarta-Kutoarjo. Menggunakan asumsi bahwa 2027 KRDE Prameks saat *peak hour* dari pukul 06.37 - 07.44 WIB atau 1 jam 7 menit atau 1 jam dari total beroperasi selama 13 jam dengan jumlah 9 perjalanan/hari. Maka dapat dihitung *headway* sebagai berikut:

$$Headway\ Peak\ Hour = \frac{Waktu\ (menit)}{Frekuensi\ (KA/hari)}$$

$$Headway = \frac{1 \times 60}{2\ KA/hari}$$

$$Headway = \frac{60\ Menit}{2\ KA/hari}$$

$$Headway = 30\ menit$$

Sedangkan untuk perhitungan *headway off peak* sebagai berikut:

$$Headway\ Off\ Peak = \frac{Waktu\ (menit)}{Frekuensi\ (KA/hari)}$$

$$Headway = \frac{12 \times 60}{7\ KA/hari}$$

$$Headway = \frac{720\ Menit}{7\ KA/hari}$$

$$Headway = 103\ menit$$

Pada perhitungan diatas memperoleh hasil bahwa *headway* KRDE Prameks yaitu saat *peak hour* yaitu 30 menit dan saat *off peak* yaitu 103 menit.

4. Perhitungan Kebutuhan Sarana

Dengan adanya rencana elektrifikasi lintas Yogyakarta-Kutoarjo menjadi KRL, dapat diikuti dengan peningkatan volume penumpang KA. Perlu adanya sarana tambahan yang beroperasi, jika menggunakan asumsi *headway* KRDE Prameks pada kondisi *peak hour* dan *off peak* dengan *roundtrip time* 295,24 menit untuk dilakukan perhitungan kebutuhan sarana berikut:

$$Kebutuhan\ sarana\ peak\ hour = \frac{Roundtrip\ time}{Headway\ peak\ hour}$$

$$Kebutuhan\ sarana = \frac{295{,}24\ menit}{30\ menit}$$

$$Kebutuhan\ sarana = 9{,}84 \approx 10\ rangkaian$$

Untuk dilakukan perhitungan kebutuhan sarana saat *off peak* sebagai berikut:

$$Kebutuhan\ sarana\ off\ peak = \frac{Roundtrip\ time}{Headway\ off\ peak}$$

$$Kebutuhan\ sarana = \frac{295{,}24\ menit}{103\ menit}$$

$$Kebutuhan\ sarana = 2{,}86 \approx 3\ rangkaian$$

Menurut rencana hasil kebutuhan sarana, memperoleh hasil penambahan 3 rangkaian untuk mengangkut penumpang pada tahun 2027

5. Perhitungan Permodelan Jadwal KRL Lintas Yogyakarta-Kutoarjo

Jadwal rencana pengoperasian KRL menyesuaikan dengan jadwal eksisting KRDE Prameks dengan rencana penjadwalan ini digunakan contoh data penumpang pada jam padat atau *peak hour.* Untuk pergantian jadwal Prameks guna menentukan perjalanan baru KRL dilihat dari jam padat KRDE Prameks sebagai berikut:

Tabel III.6 Jadwal Perjalanan KRL Stasiun Yogyakarta-Kutoarjo

NO KA	YK		PTN		RWL		STL		WT		KDG		WJ		JN		KTA	
	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat
551 KRL		06:37:00	Ls	06:42:00	Ls	06:43:00	Ls	06:50:00	06:57:00	06:58:00	Ls	07:03:00	07:08:00	07:09:00	07:15:00	07:16:00	07:26:00	
553		06:37:00	Ls	06:42:00	Ls	06:46:00	Ls	06:54:00	07:04:00	07:05:00	Ls	07:12:00	07:19:00	07:20:00	07:29:00	07:30:00	07:44:00	
553		10:26:00	Ls	10:31:00	Ls	10:35:00	Ls	10:43:00	10:53:00	11:08:00	Ls	11:15:00	11:22:00	11:23:00	11:32:00	11:33:00	11:47:00	
555		13:49:00	Ls	13:54:00	Ls	13:58:00	Ls	14:06:00	14:16:00	14:17:00	Ls	14:24:00	14:31:00	14:45:00	14:54:00	14:55:00	15:10:00	
557		18:38:00	Ls	18:43:00	Ls	18:47:00	Ls	18:55:00	19:05:00	19:06:00	Ls	19:13:00	19:20:00	19:21:00	19:30:00	19:31:00	19:45:00	
559F		13:12:00	Ls	13:17:00	Ls	13:21:00	Ls	13:29:00	13:39:00	13:40:00	Ls	13:47:00	13:54:00	13:55:00	14:04:00	14:06:00	14:20:00	
561F		16:38:00	Ls	16:43:00	Ls	16:47:00	Ls	16:55:00	17:05:00	17:06:00	Ls	17:13:00	17:20:00	17:21:00	17:30:00	17:31:00	14:20:00	

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Pada tabel pergantian jadwal baru KRL lintas Yogyakarta-Kutoarjo menggunakan jadwal pada jam padat KRDE Prameks yang beroperasi pada pagi hari di jam 06.37 WIB. Untuk kereta baru yang beroperasi dengan membuat contoh nomer KA 551 KRL yang memperoleh selisih 18 menit untuk datang di Stasiun Kutoarjo dengan jadwal Prameks lama. Dengan rincian pada nomer KA 551 Prameks datang di stasiun Kutoarjo pada jam 07:44 WIB dan nomer KA 556 KRL datang di stasiun Yogyakarta pada jam 07:26 WIB.

Tabel III.7 Jadwal Perjalanan KRL Stasiun Kutoarjo-Yogyakarta

NO KA	KTA		JN		WJ		KDG		WT		STL		RWL		PTN		YK	
	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat
552		09:05:00	09:20:00	09:21:00	09:31:00	09:32:00	Ls	09:39:00	09:46:00	09:48:00	Ls	09:58:00	Ls	10:06:00	Ls	10:10:00	10:15:00	
554		12:20:00	12:34:00	12:35:00	12:44:00	12:45:00	Ls	12:52:00	12:59:00	13:00:00	Ls	13:10:00	Ls	13:18:00	Ls	13:22:00	13:27:00	
556		16:05:00	16:19:00	16:20:00	16:29:00	16:30:00	Ls	16:37:00	16:44:00	16:45:00	Ls	16:55:00	Ls	17:03:00	Ls	17:07:00	17:12:00	
556 KRL		16:05:00	16:15:00	16:16:00	16:22:00	16:23:00	Ls	16:28:00	16:33:00	16:34:00	Ls	16:41:00	Ls	16:48:00	Ls	16:51:00	16:54:00	
558		05:25:00	05:39:00	05:41:00	05:50:00	05:51:00	Ls	05:58:00	06:06:00	06:07:00	Ls	06:17:00	Ls	06:25:00	Ls	06:29:00	06:35:00	
560F		15:00:00	15:14:00	15:16:00	15:25:00	15:26:00	Ls	15:33:00	15:40:00	15:42:00	Ls	15:52:00	Ls	16:00:00	Ls	16:04:00	16:10:00	
562F		18:27:00	18:41:00	18:42:00	18:51:00	18:53:00	Ls	19:00:00	19:07:00	19:08:00	Ls	19:18:00	Ls	19:26:00	Ls	19:30:00	19:35:00	

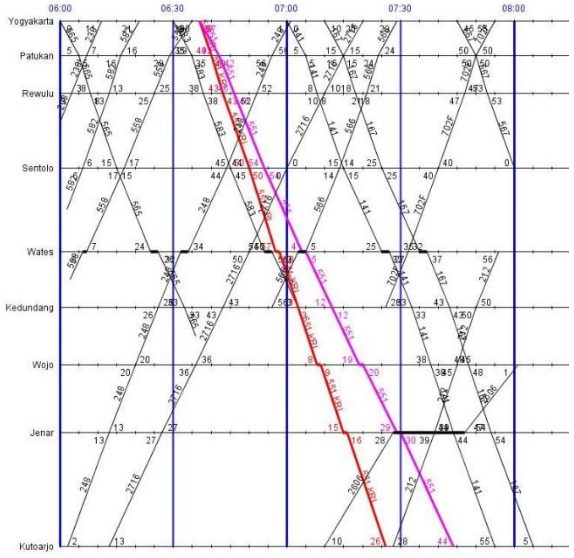
Sumber: Hasil Analisis, 2023

Pada tabel pergantian jadwal baru KRL lintas Kutoarjo-Yogyakarta menggunakan nomer KA 556 Prameks pada jam padat yang

beroperasi pada sore hari di jam 16.05 WIB. Untuk kereta baru yang beroperasi dengan membuat contoh nomer KA 556 KRL yang memperoleh selisih 18 menit untuk datang di Stasiun Yogyakarta dengan jadwal Prameks lama. Dengan rincian pada nomer KA 556 Prameks datang di stasiun Yogyakarta pada jam 17:12 WIB dan nomer KA 556 KRL datang di stasiun Yogyakarta pada jam 16:54 WIB.

6. Permodelan Gapeka KRL Lintas Yogyakarta-Kutoarjo

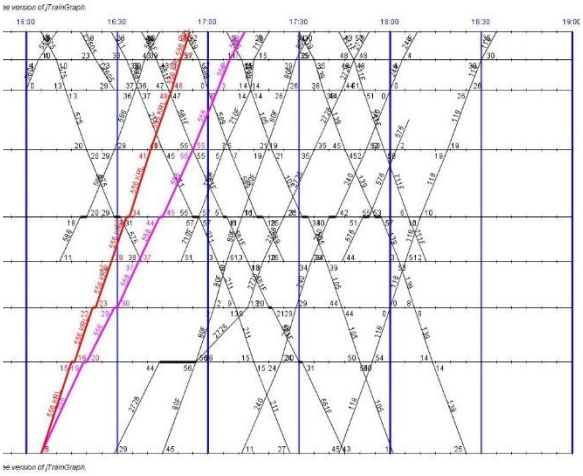
   Dengan melihat perjalanan baru KRL untuk nomer KA 551 KRL pada jam pada 06.37 WIB dari Stasiun Yogyakarta - Stasiun Kutoarjo diperoleh pembuatan Gapeka dengan mengambil pada jam padat pada jadwal perjalanan dari 06.00 WIB – 08.00 WIB berdasar Gapeka 2023 yang sedang berlaku.



Gambar III.6 Gapeka KRL Yogyakarta-Kutoarjo

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Dengan melihat perjalanan baru KRL untuk nomer KA 556 KRL pada jam pada 16.05 WIB dari Stasiun Kutoarjo - Stasiun Yogyakarta diperoleh pembuatan Gapeka dengan mengambil pada jam padat pada jadwal perjalanan dari jam 16.00 WIB – 18.00 WIB berdasar Gapeka 2023 yang sedang berlaku.



Gambar III.7 Gapeka KRL Kutoarjo-Yogyakarta

Sumber: Hasil Analisis, 2023

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data penelitian tentang analisis rencana pengoperasian KRL lintas Yogyakarta - Kutoarjo sebagai pengganti KRDE Prameks dapat diambil beberapa kesimpulan dari hasil analisa adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis kondisi teknis dari aspek ketersediaan sarana, kapasitas penumpang dan gangguan sarana KRDE Prameks jika tetap dipaksakan untuk beroperasi maka pada beberapa tahun mendatang dengan aspek ketersediaan sarana yang sama, kapasitas penumpang tetap dan gangguan sarana KRDE Prameks maka KRDE Prameks tidak bisa lagi untuk mengangkut penumpang.

2. Berdasarkan hasil survei wawancara penumpang KRDE Prameks untuk jumlah sampel 100 penumpang pada saat *peak hour* atau jam padat. Diperoleh hasil penumpang di jam padat pagi hari sejumlah 55 penumpang menggunakan KA di nomer KA 551 pada pukul 06:37 WIB dan sejumlah 33 penumpang di nomer KA 553 pada pukul 10:26 WIB. Serta jam padat saat sore hari pada pukul 16:05 WIB sejumlah 58 penumpang di nomer KA 556.
3. Berdasarkan pada waktu tempuh perencanaan pergantian KRL lintas Yogyakarta-Kutoarjo dapat mengurangi waktu tempuh perjalanan KRDE Prameks dari waktu tempuh perjalanan eksisting 75 menit menjadi 58,62 menit.
4. Berdasarkan proyeksi peramalan jumlah penumpang pada lima tahun yang akan datang, volume penumpang KRDE Prameks cenderung mengalami peningkatan. Oleh karena itu, perlu adanya pengkajian lebih lanjut mengenai penambahan frekuensi perjalanan untuk pergantian ke KRL sesuai dengan kebutuhan penumpang.
5. Berdasarkan hasil peramalan yang dilakukan sampai tahun 2027 untuk kebutuhan sarana dengan hasil *load factor*, frekuensi kebutuhan perjalanan dan *headway* berpengaruh pada kebutuhan sarana bagi rencana pergantian KRL.

V. SARAN

Berdasarkan penelitian dalam menyusun Kertas Kerja Wajib ini dapat dihasilkan beberapa rekomendasi yang dapat dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis kondisi teknis dan pembahasan yang telah dilakukan, perlu adanya pergantian KRDE Prameks menjadi KRL guna memenuhi ketersediaan sarana, kapasitas penumpang dan meminimalisir data gangguan sarana KRDE Prameks untuk pelayanan penumpang dan menghindari penumpukan penumpang kedepannya.
2. Pembuatan contoh jadwal perjalanan baru disesuaikan dengan *peak hour* atau jam padat KRDE Prameks yaitu pada pagi hari dan pada saat sore hari. Maka didapatkan rencana pergantian jadwal perjalanan yang harus disesuaikan dengan kebutuhan penumpang serta memperhatikan Gapeka yang berlaku.
3. Bagi pihak rencana dari regulator Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Semarang untuk pembangunan perencanaan KRL lintas Yogyakarta-Kutoarjo agar segera dilaksanakan supaya dapat meningkatkan pelayanan operasi dari KRDE Prameks ke KRL.
4. Dengan melihat peramalan penumpang sampai tahun 2027, dibutuhkan pergantian terhadap sarana, fasilitas, pelayanan penumpang di kereta maupun di stasiun.
5. Untuk kebutuhan sarana adanya contoh permodelan lebih lanjut tentang jadwal perjalanan yang baru dan rencana permodelan Gapeka yang dibuat pada jam padat penumpang Prameks untuk dapat dilakukan pergantian KRDE Prameks menjadi KRL

VI. DAFTAR PUSTAKA

_____, (2007). *Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian. Jakarta: Kementrian Perhubungan Republik Indonesia*.

_____, (2001). *Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 8 Tahun 2001 Tentang Angkutan Kereta Api. Jakarta:*

Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.

_____, (2010). *Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 42 Tahun 2010 Tentang Standart Spesifikasi Teknis Kereta Berpenggerak Sendiri. Jakarta: Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.*

_____, (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2011 Tentang Standar, Tata Cara Pengujian Dan Sertifikasi Kelaikan Kereta Dengan Penggerak Sendiri. Jakarta: Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.*

_____, (2012). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 175 Tahun 2015 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta Kecepatan Normal Dengan Penggerak Sendiri. Jakarta: Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.*

Biomantara, K., & Herdiansyah, H. (2019). Peran Kereta Api Indonesia (KAI) sebagai Infrastruktur Transportasi Wilayah Perkotaan. Cakrawala, 19(1), 1–8.

Djajasinga, N. D., & Atmosukardjo, I. H. (2020). *Dinamika Kendaraan Ka.*

Jamaludin, Sadili, R., & Alfisyahrin, A. (2019). Analisis Perjalanan Kereta Api Rel Listrik Pada Lintas Manggarai - Bogor. *Psychology Applied to Work: An Introduction to Industrial and Organizational Psychology, Tenth Edition Paul*, *53*(9), 1689–1699.

Nalendra, A. R. A. (2021). Stastitika Seri Dasar Dengan SPSS. In *Media Sains Indonesia : Bandung.*

Nasution, M. L. (2017). Statistik Deskriptif. *Jurnal Hikmah*, *14*(21), 5472–5476.

Silvana, M. (2012). *Peramalan (Forecasting) Permintaann*.

Supriadi, Uned. 2008. *Kapasitas Lintas dan Kapasitas Stasiun*. Bandung: PT Kereta Api Indonesia.

Supriadi, Uned. 2008. *Kapasitas Lintas dan Kapasitas Stasiun*. Bandung: PT Kereta Api Indonesia.

Utomo. 2009. Jalan Rel. Yogyakarta: Beta Offset.

Wahyudi, D. I. P. (2021). *Evaluasi Perjalanan Krl Commuter Line Pada Lintas Duri – Tangerang.*