

TUGAS AKHIR
KAPASITAS LINTAS DAN WAKTU TEMPUH PERJALANAN KA.
DENGAN PENERAPAN JALUR REL GANDA PARSIAL
(*PARTLY DOUBLE TRACK*)
STUDI KASUS DI DAOP VI

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil



disusun oleh :

NUR ELIFAH
94310174
940051013114120173

ARIS MUNANDAR
94310175
940051013114120174

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

HALAMAN PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR
KAPASITAS LINTAS DAN WAKTU TEMPUH PERJALANAN KA.
DENGAN PENERAPAN JALUR REL GANDA PARSIAL
(*PARTLY DOUBLE TRACK*)
STUDI KASUS DAOP VI**

NAMA : NUR ELIFAH
NO. MHS : 94 310 174
NIRM : 940051013114120173

NAMA : ARIS MUNANDAR
NO. MHS : 94 310 175
NIRM : 940051013114120174

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. BALLYA UMAR, MSc.

Dosen Pembimbing I



Ir. MOCH. SIGIT. DS, MS

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 19/4 - 2020 .

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Assalaamu 'alaikum wr,wb.

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul " Kapasitas Lintas dan Waktu Tempuh Perjalanan KA. dengan Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial (*Partly Double Track*), Studi Kasus di DAOP VI.

Penulisan ini diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana Teknik Sipil ia.

Dalam kesempatan ini penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis tujukan juga kepada :

1. Ir. Balya Umar, MSc, selaku pembimbing pertama dan penguji yang telah banyak membantu dan memberikan bimbingan kepada penulis.
2. Ir. Moch. Sigit D.S, MS, selaku pembimbing kedua dan penguji yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga serta pemikiran dalam membantu dan memberikan bimbingan kepada penulis
3. Ir. Bachnas, MSc, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran tentang penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ir. Hari Sasongko, Kepala Seksi Operasi DAOP VI atas perkenannya melakukan penelitian di Seksi Operasi DAOP VI.
5. M. Sahli, SE, dan seluruh Staf Seksi Operasi DAOP VI atas dukungan selama penelitian di Seksi Operasi DAOP VI.
6. Kuntun Priyonggo, ST, MT, atas informasi tentang sistem perkeretaapian.

7. Seluruh staf dosen dan karyawan dilingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
8. Wahyudin, Bhanu Reza, Arianto H.P dan teman – teman lainnya yang telah membantu mendistribusikan formulir kuisisioner pada proses penelitian.

Akhirnya penulis menyadari, bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan ini. Dengan demikian penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun, guna perbaikan dan kesempurnaan penulisan ini dimasa yang akan datang. Semoga hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kemajuan dan keberhasilan kita. Amin.....

Wasalammu' alaikum wr,wb.

Yogyakarta, Maret 2000

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	viii
Daftar Grafik	x
Daftar Lampiran	xi

BAB I . PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Keaslian Tulisan.....	4
1.4 Tujuan dan Sasaran	5
1.4.1 Tujuan	5
1.4.2 Sasaran.....	5
1.5 Ruang Lingkup Pembahasan dan Batasan	5
1.5.1 Ruang Lingkup Pembahasan	5
1.5.2 Batasan.....	6
1.6 Tujuan Penelitian	7
1.7 Manfaat Penelitian	8
1.8 Metode Pembahasan	8
1.8.1 Pengumpulan Data.....	8
1.8.2 Survei Lapangan dan Pendistribusian Kuisisioner	8
1.8.3 Analisis Data	9

BAB II . KAJIAN PUSTAKA

2.1 Strategi Transportasi Antar Moda.....	10
2.2 Faktor – faktor yang Berpengaruh Terhadap Pemilihan Moda.....	11
2.3 Kereta Api	13
2.3.1 Umum	13
2.3.2 Keunggulan Moda Kereta Api.....	14
2.3.3 Masalah Angkutan Kereta Api	15
2.4 Kapasitas Lintas.....	16
2.5 Frekuensi	20

2.6 GAPEKA	21
2.7 Analisis Korelasi	21
2.8 Analisis Regresi	22

BAB III . LANDASAN TEORI

3.1 Kapasitas Lintas	24
3.2 Frekuensi	25
3.3 Formula – formula Analisis Operasional	26
3.4 Analisis Korelasi	26
3.5 Analisis Regresi	27

BAB IV . CARA DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian	28
4.2 Materi Penelitian	28
4.3 Waktu Penelitian	29
4.4 Peralatan dan Pelaku Penelitian	29
4.5 Proses Analisis Data	30
4.5.1 Analisis Kuisisioner	30
4.5.2 Analisis Operasional	30

BAB V . ANALISIS TEKNIK

5.1 Analisis Kuisisioner	31
5.1.1 Analisis Statistik	42
5.1.2 Pembahasan Analisis Statistik	42
5.1.2.1 KA. ARGO LAWU	42
5.1.2.2 KA. LOGAWA	46
5.1.2.3 KA. PASUNDAN	51
5.1.2.4 KA. PURBAYA	55
5.1.3 Pemodelan Biaya Total Perjalanan	59
5.1.3.1 KA. ARGO LAWU	60
5.1.3.2 KA. LOGAWA	61
5.1.3.3 KA. PASUNDAN	62
5.1.3.4 KA. PURBAYA	63
5.1.4 Analisis Kuisisioner Kaitannya dengan Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial	64
5.2 Analisis Operasional	65
5.2.1 Analisis Kapasitas Lintas <i>existing</i>	65
5.2.2 Analisis Kapasitas Lintas Kaitannya dengan Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial	86
5.2.3 Analisis GAPEKA <i>existing</i>	90
5.2.4 Analisis GAPEKA <i>redesign</i>	95
5.2.5 Analisis Waktu Kaitannya dengan Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial	99

5.2.6 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil di DAOP VI Berdasarkan Total Waktu Tempuh Perjalanan	108
---	-----

BAB VI . KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	114
6.2 Saran	117
Daftar Pustaka	119
Daftar Istilah	120
Lampiran	buku II

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Peningkatan Jumlah Pengguna Jasa KA di Indonesia
Tabel 2.1	Tingkat Resiko Kecelakaan Berbagai Moda Transportasi
Tabel 5.1	Matriks Interkorelasi KA. ARGO LAWU
Tabel 5.2	Matriks Interkorelasi KA. LOGAWA
Tabel 5.3	Matriks Interkorelasi KA. PASUNDAN
Tabel 5.4	Matriks Interkorelasi KA. PURBAYA
Tabel 5.5	Koefisien dan Korelasi X terhadap Y KA. ARGO LAWU
Tabel 5.6	Koefisien dan Korelasi X terhadap Y KA. LOGAWA
Tabel 5.7	Koefisien dan Korelasi X terhadap Y KA. PASUNDAN
Tabel 5.8	Koefisien dan Korelasi X terhadap Y KA. PURBAYA
Tabel 5.9	Korelasi dan Sumbangan Eferktif Masing – masing Variabel terhadap Biaya Total Perjalanan KA. ARGO LAWU
Tabel 5.10	Korelasi dan Sumbangan Eferktif Masing – masing Variabel terhadap Biaya Total Perjalanan KA. LOGAWA
Tabel 5.11	Korelasi dan Sumbangan Eferktif Masing – masing Variabel terhadap Biaya Total Perjalanan KA. PASUNDAN
Tabel 5.12	Korelasi dan Sumbangan Eferktif Masing – masing Variabel terhadap Biaya Total Perjalanan KA. PURBAYA
Tabel 5.13	Resume Model Biaya Total Perjalanan KA. ARGO LAWU
Tabel 5.14	Resume Model Biaya Total Perjalanan KA. LOGAWA
Tabel 5.15	Resume Model Biaya Total Perjalanan KA. PASUNDAAN
Tabel 5.16	Resume Model Biaya Total Perjalanan KA. PURBAYA
Tabel 5.17	Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. Ekspres Spesial
Tabel 5.18	Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. Ekspres Eksekutif / Bisnis
Tabel 5.19	Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. Ekspres Ekonomi
Tabel 5.20	Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. Cepat Ekonomi
Tabel 5.21	Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. SKAB
Tabel 5.22	Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. Barang Cepat
Tabel 5.23	Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. Barang
Tabel 5.24	Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. Dinas
Tabel 5.25	Waktu Tempuh Rerata, Kecepatan Rerata, dan Kapasitas Lintas
Tabel 5.26	Frekuensi KA. per Seksi di DAOP VI
Tabel 5.27	Sistem Persinyalan dan Waktu Pelayanan Sinyal DAOP VI
Tabel 5.28	Komparasi antara Kapasitas Lintas Jalur Rel Tunggal dengan Frekuensi KA di DAOP VI
Tabel 5.28	Komparasi antara Kapasitas Lintas Jalur Rel Tunggal, Jalur Rel Ganda Parsial serta Frekuensi KA di DAOP VI

- Tabel 5.30 Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. CISADANE (KA. Nomor 151) Koridor Solo Balapan – Wates berdasarkan GAPEKA *existing*
- Tabel 5.31 Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. CISADANE (KA. Nomor 151) Koridor Solo Balapan – Wates berdasarkan GAPEKA *redesign*
- Tabel 5.32 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) dan Total Waktu Tempuh KA. CISADANE Pra dan Pasca Jalur Rel Ganda Parsial Koridor Solo Balapan - Wates
- Tabel 5.33 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) Perjalanan KA. Ekspres Spesial
- Tabel 5.34 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) Perjalanan KA. Ekspres Eksekutif / Bisnis
- Tabel 5.35 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) Perjalanan KA. Ekspres Eksekutif / Bisnis
- Tabel 5.36 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) Perjalanan KA. Ekspres Bisnis (Komuter)
- Tabel 5.37 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) Perjalanan KA. Ekspres Ekonomi
- Tabel 5.38 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) Perjalanan KA. Ekspres Ekonomi
- Tabel 5.39 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) Perjalanan KA. Cepat Ekonomi
- Tabel 5.40 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA. di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA. pada Koridor Walikukun - Kutoarjo
- Tabel 5.41 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA. di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA. pada Koridor Walikukun - Yogyakarta
- Tabel 5.42 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA. di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA. pada Koridor Solo Balapan - Kutoarjo
- Tabel 5.43 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA. di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA. pada Koridor Yogyakarta - Kutoarjo
- Tabel 5.44 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA. di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA. pada Koridor Solo Balapan - Yogyakarta

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 5.1 Grafik Perjalanan Kereta Api Pra Jalur Rel Ganda Parsial di DAOP VI Koridor Solo Balapan - Wates (pukul 05.00 WIB – 08.00 WIB)
- Grafik 5.2 Grafik Perjalanan Kereta Api Pra dan Pasca Jalur Rel Ganda Parsial di DAOP VI Koridor Solo Balapan - Wates (pukul 05.00 WIB – 08.00 WIB)

DAFTAR LAMPIRAN

1. PERIJINAN PENELITIAN

- Surat Nomor DL.405 / VII / 32 / D.VI / 99 tentang Ijin Penelitian dan Pengambilan Data di Kantor Seksi Operasi DAOP VI Yogyakarta.... Lamp. I - 1
- Surat Nomor D.VI / OP / 402 / XI / 99 tentang Ijin Penyebaran Kuisisioner terhadap Penumpang Kereta Api Penumpang Nomor Ganjil di DAOP VI..... Lamp. I - 2
- Surat Nomor R / 5773 / P / VII / 1999 tentang Ijin Pelaksanaan Research / Survey di wilayah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah Lamp. I - 3

2. DATA ANALISIS KUISISIONER

- Lembar Kuisisioner Lamp. II - 1
- Tabel Data KA. Argo Lawu..... Lamp. II - 2
- Tabel Data KA. Argo Dwipangga Lamp. II - 3
- Tabel Data KA. Argo Wilis Lamp. II - 4
- Tabel Data KA. Bima Lamp. II - 5
- Tabel Data KA. Turangga Lamp. II - 6
- Tabel Data KA. Senja Utama Solo..... Lamp. II - 7
- Tabel Data KA. Senja Mataram Lamp. II - 8
- Tabel Data KA. Sancaka Lamp. II - 9
- Tabel Data KA. Mutiara Selatan Lamp. II - 10
- Tabel Data KA. Senja Utama Yogya I..... Lamp. II - 11
- Tabel Data KA. Senja Utama Yogya II..... Lamp. II - 12

- Tabel Data KA. Fajar Utama Yogya.....	Lamp. II - 13
- Tabel Data KA. Jaya Baya.....	Lamp. II - 14
- Tabel Data KA. Gaya Baru Malam Selatan.....	Lamp. II - 15
- Tabel Data KA. Matarmaja	Lamp. II - 16
- Tabel Data KA. Bengawan	Lamp. II - 17
- Tabel Data KA. Empujaya	Lamp. II - 18
- Tabel Data KA. Pasundan	Lamp. II - 19
- Tabel Data KA. Tirtonadi	Lamp. II - 20
- Tabel Data KA. Kahuripan	Lamp. II - 21
- Tabel Data KA. Cisadane	Lamp. II - 22
- Tabel Data KA. Pramex I	Lamp. II - 23
- Tabel Data KA. KA Pramex III	Lamp. II - 24
- Tabel Data KA. KA Pramex V.....	Lamp. II - 25
- Tabel Data KA. Sri Tanjung	Lamp. II - 26
- Tabel Data KA. Logawa.....	Lamp. II - 27
- Tabel Data KA. Purbaya	Lamp. II - 28

3. TABEL HASIL ANALISIS KUISIONER (Out put SPS – 2000)

- KA. Argo Lawu.....	Lamp. III - 1
- KA. Logawa	Lamp. III - 5
- KA. Pasundan.....	Lamp. III - 9
- KA. Purbaya	Lamp. III - 13
- KA. Argo Dwipangga	Lamp. III - 17
- KA. Argo Wilis	Lamp. III - 21
- KA. Bima	Lamp. III - 25
- KA. Turangga	Lamp. III - 29
- KA. Senja Utama Solo	Lamp. III - 33
- KA. Senja Mataram	Lamp. III - 37
- KA. Sancaka.....	Lamp. III - 41

- Tabel Data KA. Fajar Utama Yogya.....	Lamp. II - 13
- Tabel Data KA. Jaya Baya.....	Lamp. II - 14
- Tabel Data KA. Gaya Baru Malam Selatan.....	Lamp. II - 15
- Tabel Data KA. Matarmaja	Lamp. II - 16
- Tabel Data KA. Bengawan	Lamp. II - 17
- Tabel Data KA. Empujaya	Lamp. II - 18
- Tabel Data KA. Pasundan	Lamp. II - 19
- Tabel Data KA. Tirtanadi	Lamp. II - 20
- Tabel Data KA. Kahuripan.....	Lamp. II - 21
- Tabel Data KA. Cisadane	Lamp. II - 22
- Tabel Data KA. Pramex I.....	Lamp. II - 23
- Tabel Data KA. KA Pramex III	Lamp. II - 24
- Tabel Data KA. KA Pramex V.....	Lamp. II - 25
- Tabel Data KA. Sri Tanjung	Lamp. II - 26
- Tabel Data KA. Logawa.....	Lamp. II - 27
- Tabel Data KA. Purbaya.....	Lamp. II - 28

3. TABEL HASIL ANALISIS KUISIONER (Out put SPS – 2000)

- KA. Argo Lawu.....	Lamp. III - 1
- KA. Logawa	Lamp. III - 5
- KA. Pasundan.....	Lamp. III - 9
- KA. Purbaya	Lamp. III - 13
- KA. Argo Dwipangga	Lamp. III - 17
- KA. Argo Wilis	Lamp. III - 21
- KA. Bima	Lamp. III - 25
- KA. Turangga	Lamp. III - 29

- KA. Mutiara Selatan.....	Lamp. III - 45
- KA. Senja Utama Yogya I.....	Lamp. III - 49
- KA. Senja Utama Yogya II.....	Lamp. III - 53
- KA. Fajar Utama.....	Lamp. III - 57
- KA. Gaya Baru Malam Selatan.....	Lamp. III - 61
- KA. Matarmaja.....	Lamp. III - 69
- KA. Bengawan.....	Lamp. III - 73
- KA. Empujaya.....	Lamp. III - 77
- KA. Tirtonadi.....	Lamp. III - 81
- KA. Kahuripan.....	Lamp. III - 85
- KA. Cisadane.....	Lamp. III - 89
- KA. Pramex I.....	Lamp. III - 93
- KA. Prameks V.....	Lamp. III - 97
- KA. Prameks VII.....	Lamp. III - 101
- KA. Sri Tanjung.....	Lamp. III - 105

4. TABEL PEMODELAN BIAYA TOTAL PERJALANAN (Microstat)

- KA. ARGO LAWU.....	Lamp. IV - 1
- KA. LOGAWA.....	Lamp. IV - 2
- KA. PASUNDAN.....	Lamp. IV - 3
- KA. PURBAYA.....	Lamp. IV - 4

5. MAKLUMAT DIREKSI PERUMKA NO. 2 / LL.201 / KA-99

- Sistem Penomoran dan Urutan Tingkat Kelas KA.....	Lamp. V - 1
- Arti Tanda Huruf dan Lukisan pada GAPEKA.....	Lamp. V - 2

6. KUMPULAN DATA ANALISIS OPERASIONAL

- Daftar KA. Penumpang Nomor Genap GAPEKA 1999 DAOP VI Lintas Walikukun - Kutoarjo.....	Lamp. VI - 1
---	--------------

- Daftar KA. Penumpang Nomor Ganjil GAPEKA 1999 DAOP VI Lintas Walikukun – Kutoarjo..... Lamp. VI - 2
- Daftar KA. Barang GAPEKA 1999 DAOP VI Lintas Solo – Grobogan – Semarang Poncol Lamp. VI - 3
- Daftar KA.Barang GAPEKA 1999 DAOP VI Lintas Walikukun – Kutoarjo Lamp. VI - 4
- KA. Barang GAPEKA 1999 DAOP VI Lamp. VI - 5
- Jadwal dan Tarif Kereta Api Stasiun Lempuyangan Berlaku mulai : 8 April 1999 Lamp. VI - 6
- Grafik Perjalanan Kereta Api *existing* DAOP VI.A..... Lamp. VI - 8
- Grafik Perjalanan Kereta Api *existing* DAOP VI.B Lamp. VI - 9
- Grafik Perjalanan Kereta Api *existing* DAOP VI.C Lamp. VI - 10
- Grafik Perjalanan Kereta Api *redesign* DAOP VI.A..... Lamp. VI - 11
- Grafik Perjalanan Kereta Api *redesign* DAOP VI.B..... Lamp. VI - 12
- Grafik Perjalanan Kereta Api *redesign* DAOP VI.C Lamp. VI - 13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasar Bebas tidak lama lagi akan berlaku bagi setiap negara, hal ini berarti akan membawa Indonesia ke dalam sistem perekonomian global. Sistem perekonomian global membawa konsekuensi bahwa pelakunya harus siap dengan adanya persaingan yang semakin kompetitif, baik dari segi kualitas, harga, bahkan dari segi pelayanan yang diberikan. Pasar akan menilai produk mana yang layak diterima di pasaran, maupun yang tidak. Produk yang mampu diterima dan bertahan adalah produk yang harganya murah, dengan kualitas dan pelayanan yang bagus. Transportasi sebagai sarana untuk mendistribusikan barang maupun jasa akan mempunyai kontribusi yang besar terhadap harga suatu produk barang atau jasa. Penekan harga barang atau jasa salah satunya dapat dilakukan dengan melimitasi biaya distribusinya. Biaya distribusi barang atau jasa akan dapat diminimalkan dengan pemilihan moda angkutan yang tepat dan efisien.

Denyut perekonomian yang semakin kencang akan berpengaruh terhadap peningkatan mobilitas manusia. Manusia terkadang harus berpindah tempat dalam waktu yang cepat, untuk itu diperlukan adanya suatu

moda transportasi yang mendukung.

Data jumlah penumpang yang bersumber dari PT. KAI Pusat di Bandung ditampilkan Pada Tabel 1.1 sebagai berikut :

**Tabel 1.1 Peningkatan Jumlah Pengguna Jasa Kereta Api di Indonesia
(dalam jutaan)**

Kelas	1990	1991	1992	1993	1994
Komersial	5,837	5,894	6,297	6,775	7,812
Ekonomi	31,02	34,089	34.034	39,004	42,662
Komuter	21,17	22,610	32,636	52,117	65,646

Sumber : PT. KAI Pusat Bandung

Kondisi di atas menimbulkan pemikiran bagi penulis untuk sedikit memberikan kontribusinya berkaitan dengan peningkatan kualitas moda KA. Pada penulisan ini penulis mencoba menganalisis waktu tempuh perjalanan KA dan kapasitas jalur sebagai dua variabel yang mengindikasikan kualitas moda KA. Beberapa cara bisa ditempuh untuk mengoptimalkan waktu tempuh KA dan memaksimalkan kapasitas lintas, diantaranya :

- a. Menaikkan kecepatan, dengan cara merehabilitasi *track*.
- b. Memperpendek jarak antar stasiun
- c. Menggunakan persinyalan modern
- d. Pembangunan rel jalur ganda

Alternatif meningkatkan kecepatan berpengaruh terhadap mengecilnya waktu tempuh perjalanan. Peningkatan kecepatan harus diimbangi dengan rehabilitasi *track* dan merehabilitasi lengkung. Investasi yang dikeluarkan untuk melakukan rehabilitasi tersebut tidak sebanding dengan

pengurangan waktu yang dihasilkan.

Alternatif memperpendek jarak stasiun akan menambah persilangan antar kereta api. Persilangan antar kereta api menimbulkan waktu tunda (*delay time*). Semakin banyak persilangan akan memperbesar total waktu perjalanan KA.

Pemakaian persinyalan modern hanya akan mempercepat waktu pelayanan di stasiun, sehingga menyebabkan waktu perjalanan kereta menjadi lebih singkat dan kapasitas lintas jalurnya akan lebih besar dengan pola operasi yang sama, yaitu pola operasi jalur tunggal (*single track*).

Diantara empat alternatif diatas yang paling baik adalah dengan pembangunan jalur rel ganda, karena persilangan antar kereta dapat dikurangi bahkan dihilangkan. Pembangunan jalur rel ganda juga dapat meningkatkan kapasitas lintas jalur.

Pembangunan jalur rel ganda total sepanjang lintasan di DAOP VI tentunya akan menelan dana yang sangat besar, oleh karena itu penulis mempunyai sintesis bahwa solusi terbaik untuk memperkecil waktu tempuh perjalanan KA dan meningkatkan kapasitas lintas adalah dengan penerapan Jalur Rel Ganda Parsial (*Partly Double Track*).

1.2 Perumusan Masalah

Daerah Operasi VI mempunyai kontribusi yang besar terhadap jaringan perkeretaapian di Pulau Jawa karena jalurnya menghubungkan kota – kota besar yang penduduknya relatif mempunyai mobilitas yang tinggi.

Kebutuhan akan moda transportasi kereta api dari waktu ke waktu semakin meningkat. Konsekuensi dari peningkatan kebutuhan ini adalah mengusahakan adanya peningkatan frekuensi kereta. Kecenderungan pengguna jasa kereta api saat ini menuntut waktu perjalanan KA yang semakin singkat, sementara karakteristik jalur masih berupa jalur rel tunggal (*single track*). Berdasarkan kondisi di atas, kita akan memperhatikan hal yang menyangkut permasalahan :

1. *Bagaimana meningkatkan kapasitas lintas jalur untuk memenuhi peningkatan kebutuhan frekuensi KA ?*
2. *Bagaimana mengusahakan tercapainya waktu tempuh perjalanan kereta yang semakin singkat ?*

1.3 Keaslian tulisan

Tulisan tentang Jalur Rel Ganda Parsial terlebih dahulu telah ditulis oleh Ferdinand Rudolf, Teknik Sipil Transportasi ITB dengan judul “ *Analisis Jalur Rel Ganda Parsial Koridor Bandung – Jakarta* ” (*Studi Kasus KA. Parahyangan*). Tulisan ini berisikan pengaruh jalur rel ganda parsial koridor Bandung – Jakarta terhadap GAPEKA KA. Parahyangan jurusan Bandung – Jakarta pergi - pulang. Penulisan ini didukung oleh analisis struktural pada lokasi jalur ganda parsial tersebut.

Pada penulisan ini penulis menulis dengan judul “ *Kapasitas Lintas dan Waktu Tempuh Perjalanan KA dengan Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial* ” (*Studi Kasus pada DAOP VI*). Pembahasan penulisan ini mengenai desain

ulang (*redesign*) GAPEKA DAOP VI dengan penerapan jalur rel ganda parsial. Konsentrasasi pembahasan Tugas Akhir ini adalah waktu tempuh perjalanan KA dan kapasitas lintas jalur. Analisis ini didukung dengan Analisis Statistik tentang waktu tempuh dan biaya perjalanan KA di DAOP VI.

1.4 Tujuan dan Sasaran

1.4.1 Tujuan

Mendapatkan desain GAPEKA baru yang mampu mengatur perjalanan KA di DAOP VI dengan waktu tempuh perjalanan yang lebih singkat.

1.4.2 Sasaran

- a. Mendapatkan hipotesis tentang keinginan pengguna jasa kereta api berkaitan dengan biaya dan waktu tempuh perjalanan KA.
- b. Mendapatkan argumentasi teknis tentang penerapan jalur rel ganda parsial sebagai solusi terhadap masalah waktu tempuh dan kapasitas lintas di DAOP VI.

1.5 Ruang Lingkup Pembahasan dan Batasan

1.5.1 Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan dibatasi ruang lingkup teknis, mencakup :

1. Analisis Operasional
 - a. Analisis GAPEKA DAOP VI *existing* tentang kapasitas lintas dan waktu tempuh perjalanan KA.
 - b. Mendesain ulang (*redesign*)GAPEKA yang baru dengan menerapkan sistem operasional jalur rel ganda parsial.
2. Analisis Statistik

Analisis hasil kuisioner tentang waktu tempuh dan biaya perjalanan KA

di DAOP VI.

1.5.2 Batasan

Pembahasan Jalur Rel Ganda Parsial (*Partly Double Track*) dibatasi dengan batasan – batasan sebagai berikut :

1. Lokasi studi kasus adalah jalur utama DAOP VI, yaitu yang membentang dari Walikukun sampai dengan Kutoarjo.
2. Analisis *existing* maupun desain ulang (*redesign*) GAPEKA DAOP VI hanya berdasarkan sistem satu sisi, yaitu sistem pergerakan kereta dari Walikukun menuju Kutoarjo.
3. Desain ulang (*redesign*) GAPEKA DAOP VI hanya memaparkan karakteristik kereta – kereta penumpang nomor ganjil.
4. Asumsi kereta barang nomor ganjil serta kereta nomor genap baik kereta penumpang maupun kereta barang sebagai pelawan dengan perilaku serta karakteristik yang konstan.
5. Skala prioritas kereta apabila terjadi persilangan pada jalur tunggal berdasarkan urutan sebagai berikut : KA. Ekspres Spesial, KA. Ekspres Ekskutif / Bisnis, KA. Ekspres Ekonomi, KA. Cepat, KA. SKAB, KA. Barang Cepat, KA. Barang, dan KA. Dinas.
6. Sistem persinyalan di DAOP VI masih tetap menggunakan sistem yang sudah ada.
7. Waktu naik-turun penumpang dalam desain ulang diasumsikan kurang lebih 5 menit untuk stasiun besar, dan kurang lebih 2 menit untuk stasiun

kecil serta lokasi naik-turun penumpang (stasiun) sama dengan kondisi *existing*.

8. Waktu kedatangan kereta pada ujung lintasan DAOP VI (Walikukun) dan keberangkatan kereta dari stasiun – stasiun pemberangkatan di DAOP VI sama dengan kondisi *existing*.
9. Variabel yang digunakan dalam desain biaya perjalanan KA adalah waktu tempuh perjalanan kereta, kenyamanan, dan tarif perjalanan.
10. Pada analisis korelasi hanya menganalisis hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikat dan hubungan antar variabel bebas yang mempunyai keeratan hubungan signifikan dan sangat signifikan.

1.6 Tujuan Penelitian

Tugas akhir ini bertujuan untuk menguraikan serta menganalisis masalah perkeretaapian kita ditinjau dari Ilmu Teknik Sipil yang berkaitan dengan :

- a. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA)
Pembahasan tentang GAPEKA berkaitan dengan waktu tempuh perjalanan KA dengan penerapan jalur rel ganda parsial.
- b. Biaya total perjalanan
Pembahasan tentang biaya total perjalanan berkaitan dengan hubungan biaya perjalanan dengan variabel yang mempengaruhinya.

1.7 Manfaat Penelitian

Memberikan solusi terhadap permasalahan perkeretaapian di DAOP VI yang berkaitan dengan kapasitas lintas dan waktu tempuh. Disamping itu memberikan argumentasi teknis kecenderungan pengguna jasa KA tentang waktu dan biaya perjalanan kereta api di DAOP VI yang dapat digunakan sebagai salah satu dasar pertimbangan untuk proyek – proyek PT. KAI pada masa yang akan datang.

1.8 Metode Pembahasan

1.8.1 Pengumpulan data

a. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder bersumber dari PT. Kereta Api Indonesia Daerah Operasi VI Yogyakarta maupun dari PT.KAI Pusat di Bandung.

b. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan penyebaran formulir kuisisioner terhadap penumpang kereta api dan wawancara terhadap beberapa pegawai PT.KAI DAOP VI.

1.8.2 Survei Lapangan dan Penyebaran Formulir Kuisisioner

Survei lapangan merupakan tindak lanjut dari tahap pengumpulan data dengan tujuan untuk mengetahui secara langsung kondisi lintasan - lintasan di DAOP VI secara teknis. Target survei lapangan adalah agar didapatkan hipotesis – hipotesis teknis yang berkaitan dengan pelaksanaan pembangunan jalur rel ganda parsial.

Survei terhadap waktu tempuh dan biaya perjalanan KA dengan dilakukan dengan penyebaran kuisioner terhadap penumpang kereta api nomor ganjil yang beroperasi di DAOP VI. Survei ini bermaksud untuk mengetahui hubungan serta pengaruh dari beberapa variabel terhadap biaya total perjalanan KA.

1.8.3 Analisis Data

a. Analisis Operasional

Analisis operasional kereta dilakukan dengan mengamati GAPEKA Daerah Operasi yang sudah ada. Variabel yang dianalisis meliputi waktu tempuh dan kapasitas lintas jalur KA di DAOP VI. Analisis ini sebagai dasar untuk mendapatkan lintasan – lintasan kritis, lintasan yang kapasitas lintas jalurnya lebih kecil dari pada frekuensi KA yang beroperasi. Selanjutnya lintasan ini direncanakan sebagai lokasi jalur rel ganda parsial (*partly double track*). Target analisis operasional adalah mendapatkan suatu desain GAPEKA yang mampu mengatur Perjalanan KA di DAOP VI dengan waktu tempuh yang singkat.

b. Analisis Statistik

Analisis Statistik ini digunakan untuk mengolah data hasil kuisioner tentang biaya dan waktu tempuh perjalanan KA. Target analisis ini adalah mendapatkan pola hubungan dari biaya perjalanan dan variabel – variabel yang mempengaruhinya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Strategi Transportasi Antar Moda

Titik berat operasi angkutan penumpang baik jarak dekat, sedang, maupun jauh adalah kualitas jasa pelayanannya. Menurut (**Schumer,1974**), mutu pelayanan jasa angkutan mencakup :

a. Kecepatan

Faktor ini yang banyak dituntut terutama pada masyarakat yang mempunyai mobilitas tinggi.

b. Keamanan

Faktor ini meliputi keselamatan terhadap kecelakaan lalu – lintas dan keselamatan terhadap hak milik dari suatu tindak kejahatan.

c. Kapasitas

Faktor ini difokuskan pada kapasitas yang memadai terutama pada jam – jam yang sibuk.

d. Pengaturan

Faktor ini meliputi ketepatan waktu kedatangan dan keberangkatan.

e. Keterpaduan

Faktor ini menekankan pada kemudahan pergantian antar moda atau keterpaduan dengan moda angkutan lain.

f. Pertanggungjawaban

Faktor ini menekankan adanya pertanggungjawaban yang jelas dari penjual jasa angkutan terhadap kemungkinan kerugian yang diderita konsumen.

g. Kenyamanan

Faktor ini banyak dituntut oleh masyarakat dengan tingkat ekonomi menengah ke atas.

h. Biaya Angkutan

Faktor ini menunjuk pada biaya yang disepakati oleh pihak penjual jasa dan konsumennya.

2.2 Faktor – faktor yang Berpengaruh dalam Pemilihan Moda

Pemilihan moda transportasi akan dipengaruhi oleh beberapa faktor penentu. Menurut (Norojono, 1990) faktor penentu yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi umum adalah :

- a. Faktor angkutan umum itu sendiri : (kemudahan pencapaian, *reliability*, *punctuality*, *regularity*, waktu perjalanan total, tarif, sistem operasi).
- b. Faktor eksternal : (kepadatan penduduk, konsentrasi aktifitas, jarak perjalanan, kebijaksanaan).
- c. Faktor pribadi : (perilaku sosial, kemudahan penggunaan, kenyamanan, keamanan, penilaian atas waktu).

Menurut (Tamin, 1997), sedikitnya ada tiga faktor yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam pemilihan moda transportasi, antara lain :

- a. Ciri pengguna jalan

b. Ciri pergerakan :

1. tujuan,
2. waktu,
3. jarak.

c. Ciri fasilitas moda transportasi :

1. waktu perjalanan,
2. biaya,
3. ruang dan tarif parkir.

Asumsi dasar yang dipakai setiap individu dalam memilih moda transportasi adalah suatu moda transportasi memaksimalkan tingkat utility (Ghareib, 1996). Pengguna jasa transportasi akan cenderung memilih moda transportasi yang paling menarik atau menyediakan utility yang paling besar.

Penelitian (Forinash dan Koppelman, 1993) di beberapa kota di Kanada menunjukkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi adalah jarak perjalanan. Semakin jauh jarak perjalanan (diatas 500 km), moda angkutan udara lebih diminati daripada mobil penumpang dan bus. Jarak tidak berpengaruh secara konsisten pada moda kereta api.

Berbagai teori tentang faktor – faktor yang berpengaruh terhadap pemilihan moda transportasi seperti diatas apabila dikaitkan dengan kebutuhan moda transportasi pada saat ini, maka dapat disimpulkan bahwa

kebutuhan moda transportasi pada saat ini, maka dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya moda transportasi yang dibutuhkan saat ini adalah moda transportasi yang mempunyai karakteristik bersifat massal, murah, tepat waktu dan efisien. Moda transportasi yang mampu memenuhi karakteristik tersebut adalah moda kereta api.

2.3 Kereta Api

2.3.1 Umum

Kereta api merupakan salah satu moda angkutan yang mempunyai peranan yang tidak terlepas dari sektor perhubungan secara menyeluruh, baik dengan moda angkutan darat, laut, maupun udara. Kesemuanya tergabung dalam suatu keterpaduan sistem transportasi. Kereta api menurut (**Warpani ,1990**), pada dasarnya adalah suatu moda angkutan darat yang terdiri atas dua bagian pokok, yaitu tenaga penggerak yang disebut lokomotif dan unit pengangkut atau gerbong. Unit pengangkut dibedakan menjadi :

- a. Kereta, dirancang khusus untuk penumpang.
- b. Gerbong, dirancang khusus untuk barang (*freight*).
- c. Kereta makan, dirancang khusus untuk melayani kebutuhan makan dan minum para penumpang.

Menurut (**Papacostas, 1987**), berdasarkan apa yang diangkutnya angkutan dibagi menjadi angkutan barang (*freight*) dan penumpang. Penyediaan jasa transportasi juga dapat diklasifikasikan sebagai angkutan dengan sistem

angkutan umum dan angkutan pribadi. Pengertian angkutan umum dan angkutan pribadi ini berdasarkan pada jenis pelayanan yang disediakan. Angkutan umum adalah angkutan yang melayani masyarakat umum dengan cara membayar atas jasa yang telah disediakan, sedangkan angkutan pribadi disediakan oleh perorangan dan untuk memenuhi kebutuhannya sendiri.

2.3.2 Keunggulan Moda Kereta Api

Pada *Prosiding Simposium dan Diskusi Panel Pendidikan dan Teknologi Perkeretaapian* tahun 1995 di Bandung diuraikan berbagai keunggulan moda kereta api dibanding dengan moda transportasi lainnya, antara lain :

a. Mampu mengangkut secara massal

Satu rangkaian kereta api kelas ekonomi mampu mengangkut 1250 orang, sedangkan satu bus hanya bisa mengangkut 50 orang tiap perjalanan.

b. Sangat hemat energi

Konsumsi bahan bakar kereta api dengan 1500 penumpang hanya mengkonsumsi 2 – 3 liter per km atau 0,0013 liter – 0,002 liter per km penumpang, sedangkan bus dengan 40 penumpang mengkonsumsi 0,5 liter per km atau 0,0125 liter per km penumpang.

c. Tingkat keselamatan tinggi

Tingkat resiko kecelakaan berbagai moda transportasi dapat ditunjukkan pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Tingkat Resiko Kecelakaan Berbagai Moda Transportasi

Moda transportasi	Kematian per jutaan jam
Kereta Api	0,02
Bus	0,05
Mobil Pribadi	0,06
Pesawat Udara	1,00
Sepeda Motor	9,00
Kapal	10.00

Sumber : Prosiding Simposium dan Diskusi Panel Pendidikan dan Teknologi Perkeretaapian tahun 1995 di Bandung

d. Bersahabat dengan lingkungan (enviromental friendly)

Kadar polusi (CO_2 dan NO_x) yang ditimbulkan oleh kereta api sangat rendah. Bahkan untuk kereta api listrik kadar pencemarannya boleh

e. Hemat lahan

Lebar jalur relatif sempit, yaitu jarak antar rel (*spoor*) 1067 mm ditambah ruang bebas 3 m kiri dan kanan rel. Lebar jalur ini relatif sempit jika dibandingkan dengan kebutuhan moda jalan raya.

2.3.3 Masalah Angkutan Kereta Api

Kesulitan awal penanganan angkutan umum adalah terjadinya fluktuasi permintaan, artinya jumlah penumpang berubah untuk tiap lokasi dan tiap waktu. Fenomena ini tidak terlepas dari waktu dan lokasi kegiatan sebagian besar orang yang hampir bersamaan dan adanya pemusatan lokasi kegiatan. Kondisi semacam ini tentunya akan menyulitkan dalam penyediaan sarana transportasi umum. Pada jam – jam sibuk kendaraan umum mengangkut terlalu banyak penumpang melebihi

kapasitasnya, sehingga akan menurunkan tingkat kenyamanan penumpang.

Permasalahan lain yang dihadapi oleh moda angkutan kereta api adalah :

- a. Beban ekonomi yang harus ditanggung sebelum kereta berjalan.
- b. Permintaan jasa transportasi tidak dapat ditunda terlalu lama.
- c. Permintaan jasa angkutan untuk penumpang dan barang adalah individual dengan waktu yang tidak tertentu, sedangkan penyediaan sarana angkutan kereta adalah kolektif, terkelompok dan terjadwal.
- d. Angkutan untuk orang dan barang memerlukan pelayanan yang berbeda.
- e. Pelayanan barang dan penumpang terbatas pada jalurnya, sedang jumlah jalur dan infrastrukturnya terbatas.

2.4 Kapasitas Lintas

Kapasitas lintas didefinisikan sebagai jumlah maksimum unit yang dapat dilewatkan pada suatu lintas selama waktu tertentu dan dibawah suatu kondisi tertentu. Faktor yang berpengaruh terhadap kapasitas lintas adalah waktu yang dibutuhkan oleh rangkaian kereta api untuk melintasi lintasan tersebut. Waktu perjalanan KA dipengaruhi oleh :

- a. Jenis lokomotif yang digunakan
- b. Jumlah rangkaian kereta atau gerbong dan berat muatannya
- c. Jarak pengereman dan akselerasi
- d. Jarak antar stasiun
- e. Geometri jalan rel
- f. Cuaca

- g. Perbedaan kecepatan antara rangkaian kereta api paling cepat dan yang paling pelan
- h. Pengelompokan jadwal perjalanan KA berdasarkan levelnya
- i. Variasi panjang blok
- j. Sistem persinyalan yang digunakan
- k. Jenis dan kondisi track.
- l. Waktu henti di stasiun

Kapasitas lintas suatu jalur dapat dihitung dengan berbagai formula sebagai berikut :

1. Scoot

$$M = \frac{1440 \cdot N}{(T + C1 + C2)}$$

keterangan :

- M = Kapasitas lintas (KA / hari)
- T = waktu tempuh kereta api (menit)
- C1 = waktu pelayanan blok (menit)
- C2 = waktu pelayanan perangkat sinyal (menit)
- N = faktor efisiensi (0,7 – 0,8)

Harga – harga untuk konstanta diatas adalah :

- C1 = 3,5 menit untuk blok telegram
- = 2,0 menit untuk blok manual
- = 0,25 menit untuk blok otomatis
- C2 = 2,5 menit untuk perangkat sinyal mekanik
- = 0,5 menit untuk perangkat sinyal listrik

Faktor efisiensi tergantung pada beberapa hal, yaitu :

- a. ketepatan pembuatan grafik perjalanan kereta

- a. kemudahan naik turunnya penumpang di stasiun
- b. kemudahan melansir gerbong barang
- c. kesiapan dan ketersediaan lokomotif
- d. kehandalan perangkat sinyal dan telekomunikasi
- e. kemampuan personal

2. Vukan R. Vuchic

$$cw = \frac{3600 \cdot n}{hw_{\min}}$$

keterangan :

$$\begin{aligned} cw &= \text{kapasitas jalur} & (\text{veh} / \text{h}) \\ n &= \text{jumlah gerbong} & (\text{veh} / \text{TU}) \\ hw_{\min} &= \text{headway minimum} & (\text{s} / \text{TU}) \end{aligned}$$

$$hw_{\min} = \frac{SS_{\min}}{V}$$

$$SS_{\min} = nl' + sg_{\min}$$

$$sg_{\min} = sd_2 - sd_1$$

$$= tr_2 \cdot V_2 + (v_2^2 / 2 \cdot b_2) + so - (v_1^2 / 2 \cdot b_1)$$

keterangan :

$$\begin{aligned} SS_{\min} &= \text{jarak minimum antara titik yang bersesuaian dari TU} \\ & \quad (\text{m/TU}) \\ V &= \text{kecepatan} \quad (\text{m/s}) \\ nl' &= \text{panjang TU} \quad (\text{m/TU}) \\ sg_{\min} &= \text{jarak yang harus dipertahankan antara TU untuk} \\ & \quad \text{keamanan} \quad (\text{m/TU}) \end{aligned}$$

sd_2 = jarak henti TU yang berada di belakang (*FTU = following transyt unit*) (m/TU)
 sd_1 = jarak pengereman TU di depan (*LTU = leading transyt unit*) (m/TU)
 tr_2 = waktu reaksi (s/TU)
 v_2 = kecepatan FTU (m / s)
 b_2 = nilai perlambatan / pengereman FTU (m / s²)
 so = jarak antara TU yang berhenti (m / TU)
 v_1 = kecepatan LTU (m / s)
 b_1 = nilai perlambatan / pengereman LTU (m / s²)

3. PT. KAI (Kereta Api Indonesia)

a. Kapasitas lintas untuk jalur rel tunggal (*single track*)

$$C = \frac{864 \cdot E}{(60 \cdot (D/V)) + t}$$

keterangan :

C = Kapasitas lintas (KA / hari)
 D = jarak stasiun (km)
 V = kecepatan operasi kereta (km / jam)
 t = waktu pelayanan sinyal (menit)
 8,5 menit untuk sinyal mekanik
 5,5 menit untuk sinyal mekanik dengan blok
 2,5 menit untuk sinyal elektrik
 0,75 menit untuk sinyal elektrik dengan sistem pengoperasian terpusat
 E = efisiensi = 2/3

b. Kapasitas lintas untuk jalur rel ganda (*double track*)

$$C = \frac{1728 \cdot E}{(60 \cdot (D/v)) + t}$$

keterangan :

C = Kapasitas lintas (KA / hari)

D = jarak stasiun (km)

V = kecepatan operasi kereta (km / jam)

t = waktu pelayanan sinyal (menit)

8,5 menit untuk sinyal mekanik

5,5 menit untuk sinyal mekanik dengan blok

2,5 menit untuk sinyal elektrik

0,75 menit untuk sinyal elektrik dengan sistem pengoperasian terpusat

E = efisiensi = 1

2.5 FREKUENSI

Frekuensi Kereta Api didefinisikan sebagai banyaknya kereta api yang melintas pada suatu lintasan tertentu dan waktu tertentu. Frekuensi Kereta Api pada suatu seksi dapat dilihat pada PETA OPERASI KA.

Perencanaan frekuensi Kereta Api per hari baik untuk kereta api penumpang maupun kereta api barang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut ini :

a. Frekuensi kereta api penumpang

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Kebutuhan angkutan / hari (pnp / hari)}}{\text{Jumlah kereta x penumpang / kereta}}$$

b. Frekuensi kereta api barang

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Kebutuhan angkutan / hari (ton / hari)}}{\text{Jumlah gerbong / KA x ton / gerbong}}$$

2.6 GRAFIK PERJALANAN KERETA (GAPEKA)

Frekuensi lalu – lintas kereta api diperlukan adanya penjadualan yang baik, sehingga persilangan antar kereta api dan keterlambatan dapat dihindari. Penggambaran perjalanan KA ditampilkan dalam Grafik Perjalanan Kereta Api. Grafik Perjalanan Kereta Api dibuat dengan menghubungkan waktu perjalanan dengan lintasan yang ditempuh oleh kereta api pada waktu tertentu. Sumbu-X digunakan untuk menggambarkan waktu perjalanan kereta api, sedangkan sumbu-Y untuk menggambarkan lintasan kereta api.

Perencanaan Grafik Perjalanan Kereta menggunakan rumus sebagai berikut ini :

$$\text{Jarak} = \text{kecepatan} \times \text{waktu}$$

Kemiringan Grafik Perjalanan Kereta Api menunjukkan kecepatan kereta api. Semakin tajam kemiringannya, maka semakin cepat kecepatan kereta api tersebut, begitu pula sebaliknya semakin datar kemiringan kereta makin lambat kecepatan.

2.7 Analisis Korelasi

Analisis korelasi merupakan alat yang digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antar dua variabel. Perhitungan dari derajat keeratan didasarkan pada persamaan regresi, tapi analisis korelasi dapat dilakukan tanpa adanya persamaan regresi. Tingkat korelasi tidak menunjukkan hubungan sebab akibat antar variabel. Tingkat korelasi hanya menunjukkan

hasil matematis. Kita harus menarik kesimpulan berdasarkan pandangan yang logis dan ilmiah.

Analisis korelasi dapat berupa analisis korelasi sederhana, berganda dan parsial. Analisis sederhana menunjukkan hubungan dua variabel, satu variabel tergantung dan satunya variabel bebas. Analisis berganda dan parsial menunjukkan tiga atau lebih variabel, satu variabel tergantung dan dua atau lebih variabel bebas.

2.8 Analisis Regresi

Pembicaraan tentang analisis regresi mencakup target untuk mencari dasar – dasar mengadakan prediksi suatu variabel dari informasi – informasi yang diperoleh dari variabel lainnya. Misalnya, apakah biaya perjalanan suatu moda angkutan KA dapat diprediksi dari waktu tempuh perjalanan, kenyamanan, dan tarif perjalanan moda KA.

Suatu variabel dapat diprediksikan dari variabel lainya apabila antara variabel yang diprediksikan, disebut *kriterium*, dan variabel yang digunakan untuk memprediksikan, disebut *prediktor* , terdapat korelasi yang signifikan.

Korelasi antara kriterium dan prediktor dapat dilukiskan dalam suatu garis yang disebut garis regresi. Garis regresi dapat berbentuk lurus (*linear*) ataupun lengkung (parabolik, hiperbolik, dan sebagainya).

Suatu garis regresi dapat dinyatakan dalam persamaan matematik yang disebut persamaan regresi. Persamaan regresi dibagi menjadi tiga berdasarkan jumlah prediktornya, yaitu :

- a. Persamaan regresi dengan satu variabel prediktor.

$$Y = a.X + K$$

- b. Persamaan regresi dengan dua variabel prediktor.

$$Y = a_1.X_1 + a_2.X_2 + K$$

- c. Persamaan regresi dengan n variabel prediktor.

$$Y = a_1.X_1 + a_2.X_2 + \dots + a_n.X_n + K$$

keterangan :

Y	=	kriterium
$X_1, X_2, \dots, X_n$	=	prediktor pertama, prediktor kedua, ..., prediktor ke-n.
$a_1, a_2, \dots, a_n$	=	koefisien prediktor pertama, koefisien prediktor kedua, ..., koefisien prediktor ke-n.
K	=	bilangan konstanta

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kapasitas Lintas

Kapasitas lintas merupakan kemampuan suatu lintasan untuk melewati sejumlah KA dalam satuan waktu tertentu. Formula yang digunakan untuk menghitung kapasitas lintas adalah formula yang dipakai oleh PT. KAI (Kereta Api Indonesia), yaitu :

a. Kapasitas lintas jalur rel tunggal (*single track*)

$$C = \frac{864 \cdot E}{(60 \cdot (D/V)) + t}$$

keterangan :

C = Kapasitas lintas (KA / hari)

D = jarak stasiun (km)

V = kecepatan operasi kereta (km / jam)

t = waktu pelayanan sinyal (menit)

8,5 menit untuk sinyal mekanik

5,5 menit untuk sinyal mekanik dengan blok

2,5 menit untuk sinyal elektrik

0,75 menit untuk sinyal elektrik dengan sistem pengoperasian terpusat

E = efisiensi = 2/3

b. Kapasitas jalur rel ganda (*double track*)

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

keterangan :

C = Kapasitas lintas (KA / hari)

D = jarak stasiun (km)

V = kecepatan operasi kereta (km / jam)

t = waktu pelayanan sinyal (menit)

8,5 menit untuk sinyal mekanik

5,5 menit untuk sinyal mekanik dengan blok

2,5 menit untuk sinyal elektrik

0,75 menit untuk sinyal elektrik dengan sistem pengoperasian terpusat.

E = efisiensi = 1

3.2 FREKUENSI

Frekuensi Kereta Api dinyatakan sebagai jumlah total kereta penumpang dan kereta barang yang dioperasikan pada suatu lintasan dalam satu hari (24 jam). Rumus yang digunakan untuk menghitung frekuensi KA adalah sebagai berikut :

$$F = \Sigma \text{ pnp} + \Sigma \text{ brg}$$

keterangan :

F = Frekuensi (KA / hari)

$\Sigma \text{ pnp}$ = Jumlah kereta penumpang (KA)

$\Sigma \text{ brg}$ = Jumlah kereta barang (KA)

3.3 Formula – formula dalam Analisis Operasional

Analisis operasional menggunakan formula – formula sebagai berikut :

a. $D = V_r \cdot t_r$

keterangan :

D = jarak antar seksi (km)

V_r = kecepatan operasional rerata KA (km / jam)

t_r = waktu tempuh rerata kereta (menit)

b.
$$V_r = \frac{\sum (V_i \cdot n_i)}{\sum n_i}$$

keterangan :

V_r = kecepatan operasional rerata KA (km / jam)

V_i = kecepatan setiap jenis kereta (km / jam)

n_i = jumlah kereta dalam satu jenis (KA)

$\sum n_i$ = jumlah total kereta (KA) → **FREKUENSI**

3.4 Analisis Korelasi

Taraf signifikansi variabel – variabel yang diteliti dilihat dengan membandingkan nilai p yang didapat dari analisis korelasi terhadap batasan – batasan p dari kaidah uji statistik Sutrisno Hadi. Batasan – batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. $p \leq 0,010$ menunjukkan sangat signifikan
2. $0,010 < p \leq 0,050$ menunjukkan signifikan
3. $p > 0,050$ menunjukkan nirsignifikan (tidak signifikan)

3.5 Analisis Regresi

Keeratan hubungan antara variabel – variabel bebas secara total terhadap variabel tergantung diindikasikan dengan koefisien determinasi. Koefisien determinasi ini dilambangkan dengan R^2 . Pedoman mengenai keeratan hubungan antar variabel ini tidak mempunyai konstanta yang pasti, tetapi nilai $R^2 \geq 0,7$ diasumsikan cukup memadai untuk menggambarkan keeratan hubungan antar variabel (**Sutrisno Hadi, 1978**).

BAB IV

CARA DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Lokasi dan Obyek Penelitian

Lokasi penelitian adalah jalur utama (lin raya) pada Daerah Operasi VI, yaitu jalur rel (*track*) yang terbentang antara Walikukun sampai dengan Kutoarjo. Obyek penelitian tentang biaya dan waktu tempuh perjalanan KA adalah penumpang KA penumpang nomor ganjil yang melintas di DAOP VI.

4.2 Materi Penelitian

4.2.1 Data Primer

Data primer hasil pengamatan langsung dilokasi penelitian terdiri dari :

- a. Data pendapat responden (penumpang KA. penumpang nomor ganjil) tentang biaya dan waktu tempuh perjalanan KA di DAOP VI.
- b. Data tentang kondisi geometrik jalur utama Daerah Operasi VI.

Pengambilan data primer dilakukan dengan melakukan beberapa kegiatan sebagai berikut :

1. Melakukan penyebaran kuisisioner diatas kereta dan di stasiun kepada penumpang kereta api penumpang nomor ganjil yang melintas pada Daerah Operasi VI, baik kereta ekonomi, bisnis, eksekutif, maupun spesial.

2. Mengamati kondisi geometrik lintasan jalur utama (lin raya)
DAOP VI dari atas kereta.
3. Melakukan *interview* kepada beberapa pekerja PT. KAI (Kereta
Api Indonesia) DAOP VI Yogyakarta dan Solo.

4.2.2 Data Sekunder

Data sekunder berupa Data Grafik Perjalanan Kereta dan Data Sistem Persinyalan Daerah Operasi VI, bersumber dari PT. KAI DAOP VI Yogyakarta dan PT. KAI Pusat Bandung.

4.3 Waktu Penelitian

- a. 2 Agustus 1999 sampai dengan 30 September 1999 di Kantor
Seksi Operasi PT. KAI DAOP VI Yogyakarta dan di sepanjang
lintasan utama di DAOP VI.
- b. 16 November 1999 – 30 November 1999 diatas kereta api
penumpang nomor ganjil yang melintasi DAOP VI dan di Stasiun
Sragen, Stasiun Solo Balapan, Stasiun Klaten, Stasiun
Lempuyangan, Stasiun Yogyakarta (Tugu), dan Stasiun Wates.

4.4 Peralatan dan Pelaku Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Formulir kuisioner sebanyak 35 lembar untuk masing – masing kereta
2. Dua set spidol
3. Dua unit kalkulator
4. Lima orang personel

5. Dua unit komputer untuk mengoperasikan program aplikasi

6. *Software* Program *Microstat* dan SPS – 2000 (Sutrisno Hadi)

4.5 Proses Analisis Data

4.5.1 Analisis Kuisisioner

4.5.1.1 Analisis Korelasi

Data yang berasal dari responden (penumpang KA nomor ganjil di DAOP VI) tentang biaya dan waktu tempuh diproses secara statistik dengan menggunakan Analisis Korelasi. Alat bantu yang digunakan dalam analisis ini adalah *software* SPS - 2000 (Sutrisno Hadi). Analisis ini bertujuan untuk mencari signifikansi hubungan antar sesama variabel prediktor biaya total perjalanan (misal : hubungan X_1 terhadap X_2) dan hubungan antara variabel prediktor tersebut terhadap variabel kriteriumnya baik secara individual (misal : hubungan X_1 terhadap Y dan X_2 terhadap Y) maupun secara total (misal : hubungan secara bersama X_1 dan X_2 terhadap Y).

4.5.1.2 Pemodelan Biaya Total Perjalanan

Pemodelan Biaya Total Perjalanan dilakukan dengan Analisis Statistik Regresi. Alat bantu yang digunakan dalam analisis ini adalah *Software* Program *Microstat*. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan formasi variabel prediktor biaya total perjalanan

4.5.1.3 Analisis Operasional

Data yang berkaitan dengan GAPEKA *existing* dan diproses dengan menggunakan *Microsoft Excel*.

BAB V

ANALISIS TEKNIK

5.1 Analisis Kuisisioner

5.1.1 Analisis Statistik

Data yang diperoleh dengan cara mendistribusikan formulir kuisisioner kepada responden (penumpang KA nomor ganjil di DAOP VI) diproses dengan menggunakan analisis statistik. Jumlah formulir yang didistribusikan adalah 35 lembar untuk setiap kereta penumpang nomor ganjil, meliputi Ekspres Spesial, Ekspres Eksekutif / Bisnis, Ekspres Ekonomi, dan Cepat Ekonomi dan jumlah formulir yang kembali adalah 100%. Data hasil pendistribusian formulir dianalisis dengan Statistik Korelasi dengan alat bantu *Software* Program SPS-2000 (Sutrisno Hadi).

Obyek Analisis Statistik Korelasi 'ini adalah kereta sampel yang mewakili masing – masing level dan kelas KA yang melintas di DAOP VI. Secara berurutan disebutkan kereta model yang dianalisis adalah sebagai berikut :

- a. KA. ARGO LAWU, mewakili KA. Ekspres Spesial
- b. KA. LOGAWA, mewakili KA. Ekspres Eksekutif / Bisnis

c. KA. PASUNDAN , mewakili KA. Ekspres Ekonomi

d. KA. PURBAYA, mewakili KA. Cepat Ekonomi

Konsep pemilihan kereta sampel berdasarkan pada nilai Korelasi R *out put* Program SPS – 2000 (Sutrisno Hadi). Kereta sampel merupakan kereta perwakilan dari masing – masing level dan kelas KA yang mempunyai nilai Korelasi R terbesar.

Analisis Korelasi disusun dalam suatu persamaan yang terdiri dari biaya total perjalanan (*kriterium*) dan faktor – faktor yang mempengaruhi biaya total perjalanan (*prediktor*). Prediktor yang digunakan untuk memprediksikan biaya total perjalanan dalam Analisis Korelasi dan Analisis Regresi ini adalah sebagai berikut :

X_1 = frekuensi perjalanan

X_2 = ketidaknyamanan karena *crossing*

X_3 = lama waktu *crossing*

X_4 = ketidaknyamanan karena keterlambatan KA

X_5 = lama waktu menunggu KA

X_6 = *reliability* dalam ketepatan waktu

X_7 = lama waktu perjalanan

X_8 = tarif perjalanan

Parameter yang dipergunakan dalam Analisis Korelasi dan Analisis Regresi tentang biaya total perjalanan ini adalah sebagai berikut :

r = nilai yang menyatakan tingkat hubungan antar variabel prediktor.

p = nilai kesalahan yang digunakan sebagai ukuran signifikansi suatu hubungan antar variabel prediktor maupun antara masing – masing variabel prediktor dengan

R = nilai yang menyatakan korelasi total seluruh variabel prediktor terhadap kriteriumnya

Hubungan antara masing – masing variabel prediktor biaya total perjalanan dengan kriteriumnya dan nilai kesalahannya ditunjukkan dengan Matriks Interkorelasi seperti pada Tabel 5.1 sampai dengan Tabel 5.4 di bawah ini :

-

Tabel 5.1 Matrik Interkorelasi (KA. ARGOLAWU)

r	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	y
x1	1.000	0.036	-0.149	0.158	0.318	0.000	-0.127	0.008	0.153
p	0.000	0.832	0.601	0.632	0.060	1.000	0.527	0.965	0.617
x2	0.036	1.000	-0.056	-0.371	0.146	0.103	-0.113	0.205	-0.101
p	0.832	0.000	0.747	0.027	0.592	0.561	0.525	0.235	0.569
x3	-0.149	-0.056	1.000	-0.130	0.129	0.162	-0.349	0.307	-0.099
p	0.601	0.747	0.000	0.539	0.532	0.645	0.038	0.070	0.579
x4	0.158	-0.371	-0.130	1.000	-0.107	-0.192	0.048	-0.104	-0.470
p	0.632	0.027	0.539	0.000	0.548	0.267	0.779	0.561	0.005
x5	0.318	0.146	0.129	-0.107	1.000	0.038	-0.169	0.013	0.223
p	0.060	0.592	0.532	0.548	0.000	0.823	0.667	0.938	0.194
x6	0.000	0.103	0.162	-0.192	0.038	1.000	0.026	-0.164	0.139
p	1.000	0.561	0.645	0.267	0.823	0.000	0.878	0.651	0.567
x7	-0.127	-0.113	-0.349	0.048	-0.169	-0.026	1.000	-0.174	0.019
p	0.527	0.525	0.038	0.779	0.667	0.878	0.000	0.318	0.910
x8	0.008	0.205	0.307	-0.104	0.013	-0.164	-0.174	1.000	-0.040
p	0.965	0.235	0.070	0.561	0.938	0.651	0.318	0.000	0.816
y	0.153	-0.101	-0.099	-0.470	0.223	0.139	0.019	-0.040	1.000
p	0.617	0.569	0.579	0.005	0.194	0.567	0.910	0.816	0.000

p = dua-ekor.

Tabel 5.2 Matrik Interkorelasi (KA. LOGAWA)

r	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	y
x1	1.000	0.200	0.273	0.021	0.317	0.152	0.201	-0.153	0.569
p	0.000	0.248	0.109	0.902	0.060	0.613	0.245	0.615	0.001
x2	0.200	1.000	0.396	0.169	-0.002	0.115	0.156	0.001	0.210
p	0.248	0.000	0.018	0.667	0.987	0.517	0.625	0.991	0.224
x3	0.273	0.396	1.000	0.366	0.147	0.250	0.038	-0.017	0.551
p	0.109	0.018	0.000	0.029	0.596	0.143	0.823	0.922	0.001
x4	0.021	0.169	0.366	1.000	0.331	0.355	0.309	-0.046	0.119
p	0.902	0.667	0.029	0.000	0.049	0.034	0.068	0.791	0.503
x5	0.317	-0.002	0.147	0.331	1.000	0.439	0.051	0.034	0.129
p	0.060	0.987	0.596	0.049	0.000	0.008	0.770	0.841	0.534
x6	0.152	0.115	0.250	0.355	0.439	1.000	0.045	0.143	0.055
p	0.613	0.517	0.143	0.034	0.008	0.000	0.791	0.583	0.751
x7	0.201	0.156	0.038	0.309	0.051	0.045	1.000	0.480	0.184
p	0.245	0.625	0.823	0.068	0.770	0.791	0.000	0.004	0.290
x8	-0.153	0.001	-0.017	-0.046	0.034	0.143	0.480	1.000	-0.041
p	0.615	0.991	0.922	0.791	0.841	0.583	0.004	0.000	0.812
y	0.569	0.210	0.551	0.119	0.129	0.055	0.184	-0.041	1.000
p	0.001	0.224	0.001	0.503	0.534	0.751	0.290	0.812	0.000

p = dua-ekor.

Tabel 5.3 Matrik Interkorelasi (KA. PASUNDAN)

=====									
r	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	y

x1	1.000	-0.299	0.277	-0.056	-0.088	-0.117	0.328	-0.059	-0.161
p	0.000	0.077	0.104	0.749	0.620	0.510	0.051	0.735	0.643
x2	-0.299	1.000	-0.025	-0.128	0.041	-0.072	-0.160	-0.320	0.148
p	0.077	0.000	0.981	0.531	0.812	0.684	0.638	0.058	0.598
x3	0.277	-0.025	1.000	0.050	0.154	-0.136	0.152	-0.074	-0.483
p	0.104	0.981	0.000	0.773	0.618	0.558	0.611	0.676	0.004
x4	-0.056	-0.128	0.050	1.000	0.201	-0.036	0.103	0.191	-0.302
p	0.749	0.531	0.773	0.000	0.245	0.833	0.562	0.272	0.074
x5	-0.088	0.041	0.154	0.201	1.000	0.116	-0.123	-0.098	-0.193
p	0.620	0.812	0.618	0.245	0.000	0.512	0.510	0.580	0.267
x6	-0.117	-0.072	-0.136	-0.036	0.116	1.000	0.175	0.122	0.085
p	0.510	0.684	0.558	0.833	0.512	0.000	0.314	0.508	0.632
x7	0.328	-0.160	0.152	0.103	-0.123	0.175	1.000	0.037	-0.409
p	0.051	0.638	0.611	0.562	0.510	0.314	0.000	0.829	0.014
x8	-0.059	-0.320	-0.074	0.191	-0.098	0.122	0.037	1.000	0.097
p	0.735	0.058	0.676	0.272	0.580	0.508	0.829	0.000	0.585
y	-0.161	0.148	-0.483	-0.302	-0.193	0.085	-0.409	0.097	1.000
p	0.643	0.598	0.004	0.074	0.267	0.632	0.014	0.585	0.000
=====									
p = dua-ekor.									

Tabel 5.4 Matrik Interkorelasi (KA. PURBAYA)

r	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	y
x1	1.000	-0.053	-0.345	-0.271	-0.082	0.151	0.278	0.309	0.072
p	0.000	0.758	0.040	0.111	0.643	0.610	0.102	0.068	0.685
x2	-0.053	1.000	0.045	0.131	-0.174	-0.390	-0.209	0.502	0.052
p	0.758	0.000	0.794	0.540	0.318	0.020	0.227	0.002	0.764
x3	-0.345	0.045	1.000	0.326	0.111	-0.026	-0.247	0.000	-0.083
p	0.040	0.794	0.000	0.053	0.532	0.878	0.150	1.000	0.642
x4	-0.271	0.131	0.326	1.000	0.374	0.091	-0.094	0.029	0.261
p	0.111	0.540	0.053	0.000	0.026	0.611	0.597	0.862	0.127
x5	-0.082	-0.174	0.111	0.374	1.000	0.071	-0.067	0.268	-0.159
p	0.643	0.318	0.532	0.026	0.000	0.689	0.704	0.116	0.636
x6	0.151	-0.390	-0.026	0.091	0.071	1.000	-0.004	-0.115	0.142
p	0.610	0.020	0.878	0.611	0.689	0.000	0.979	0.518	0.580
x7	0.278	-0.209	-0.247	-0.094	-0.067	-0.004	1.000	-0.283	-0.184
p	0.102	0.227	0.150	0.597	0.704	0.979	0.000	0.096	0.291
x8	0.309	0.502	0.000	0.029	0.268	-0.115	-0.283	1.000	-0.054
p	0.068	0.002	1.000	0.862	0.116	0.518	0.096	0.000	0.755
y	0.072	0.052	-0.083	0.261	-0.159	0.142	-0.184	-0.054	1.000
p	0.685	0.764	0.642	0.127	0.636	0.580	0.291	0.755	0.000

p = dua-ekor.

Korelasi total seluruh variabel bebas terhadap variabel tergantung serta persamaam regresinya, terlihat pada Tabel 5.5 sampai dengan Tabel 5.8.

Tabel 5.5 Koefisien dan Korelasi X terhadap Y (KA. ARGOLAWU)

X	Beta (b)	Stand. Beta (β)	SB(b)	t	p
0	3.250447	0.000000			
1	0.167956	0.169465	0.162144	1.036	0.311
2	-0.329002	-0.409808	0.134173	-2.452	0.020
3	-0.212732	-0.246983	0.153402	-1.387	0.174
4	-0.560242	-0.634071	0.145623	-3.847	0.001
5	0.176987	0.184798	0.154168	1.148	0.261
6	0.113061	0.102997	0.173098	0.653	0.526
7	-0.018691	-0.021575	0.140405	-0.133	0.890
8	0.075706	0.064082	0.195104	0.388	0.703
Galat Baku Est. = 0.689					
Korelasi R = 0.665					

Tabel 5.6 Koefisien dan Korelasi X terhadap Y (KA. LOGAWA)

X	Beta (b)	Stand. Beta (β)	SB(b)	t	p
0	0.508605	0.000000			
1	0.354307	0.454362	0.134372	2.637	0.013
2	-0.067154	-0.075991	0.133448	-0.503	0.625
3	0.420232	0.500712	0.140324	2.995	0.006
4	-0.039737	-0.045117	0.164732	-0.241	0.806
5	-0.039587	-0.033126	0.199441	-0.198	0.838
6	-0.114989	-0.104812	0.178470	-0.644	0.532
7	0.094827	0.105406	0.173746	0.546	0.596
8	0.000702	0.000611	0.207665	0.003	0.993
Galat Baku Est. = 0.700					
Korelasi R = 0.723					

***Tabel 5.7 Koefisien dan Korelasi X terhadap Y (KA. PASUNDAN)**

X	Beta (b)	Stand. Beta (β)	SB(b)	t	p
0	3.990387	0.000000			
1	0.095309	0.115760	0.138994	0.686	0.506
2	0.122110	0.144725	0.136970	0.892	0.616
3	-0.335007	-0.396682	0.130683	-2.564	0.016
4	-0.203792	-0.216687	0.144634	-1.409	0.168
5	-0.105495	-0.128697	0.127263	-0.829	0.580
6	0.115167	0.111189	0.159899	0.720	0.516
7	-0.416446	-0.381845	0.175589	-2.372	0.024
8	0.138096	0.150187	0.145248	0.951	0.647
Galat Baku Est. = 0.671					
Korelasi R = 0.682					

Tabel 5.8 Koefisien dan Korelasi X terhadap Y (KA. PURBAYA)

X	Beta (b)	Stand. Beta (β)	SB(b)	t	p
0	2.901288	0.000000			
1	0.227766	0.225422	0.222831	1.022	0.317
2	-0.006903	-0.006777	0.254006	-0.027	0.977
3	-0.199007	-0.199320	0.187931	-1.059	0.300
4	0.456122	0.461478	0.203265	2.244	0.032
5	-0.353114	-0.279557	0.276741	-1.276	0.211
6	0.070941	0.060902	0.221956	0.320	0.750
7	-0.279245	-0.311467	0.175251	-1.593	0.120
8	-0.175537	-0.140187	0.330333	-0.531	0.606
Galat Baku Est. = 1.009					
Korelasi R = 0.520					

+ Hasil Analisis Regresi menampilkan sumbangan efektif variabel bebas terhadap variabel tergantungnya. Hasil analisis ini terlihat pada Tabel 5.9 sampai dengan Tabel 5.12.

Tabel 5.9 Korelasi dan Sumbangan Efektif masing – masing Variabel terhadap Biaya Total Perjalanan (KA. ARGO LAWU)

Variabel X	Korelasi Lugas r xy	Korelasi Parsial rxy-sisa x	Bobot Sumbangan Efektif SE%
1	0.153	0.199	2.563
2	-0.101	-0.433	4.100
3	-0.099	-0.262	2.408
4	-0.470	-0.602	29.425
5	0.223	0.220	4.074
6	0.139	0.127	1.409
7	0.019	-0.026	0.040
8	-0.040	0.076	0.250
Total	--	--	44.270

Tabel 5.10 Korelasi dan Sumbangan Efektif masing – masing Variabel terhadap Biaya Total Perjalanan (KA. LOGAWA)

Variabel X	Korelasi Lugas r xy	Korelasi Parsial rxy-sisa x	Bobot Sumbangan Efektif SE%
1	0.569	0.459	23.094
2	0.210	-0.098	1.425
3	0.551	0.506	24.620
4	0.119	-0.047	0.479
5	0.129	-0.039	0.382
6	0.055	-0.125	0.517
7	0.184	0.106	1.731
8	-0.041	0.001	0.002
Total	--	--	52.250

Tabel 5.11 Korelasi dan Sumbangan Efektif masing – masing Variabel terhadap Biaya Total Perjalanan (KA. PASUNDAN)

Variabel X	Korelasi Lugas r xy	Korelasi Parsial rxy-sisa x	Bobot Sumbangan Efektif SE%
1	-0.161	0.133	1.728
2	0.148	0.172	1.977
3	-0.483	-0.449	17.731
4	-0.302	-0.266	6.058
5	-0.193	-0.160	2.295
6	0.085	0.140	0.877
7	-0.409	-0.422	14.443
8	0.097	0.183	1.352
Total	--	--	46.460

Tabel 5.12 Korelasi dan Sumbangan Efektif masing – masing Variabel terhadap Biaya Total Perjalanan (KA. PURBAYA)

Variabel X	Korelasi Lugas r xy	Korelasi Parsial rxy-sisa x	Bobot Sumbangan Efektif SE%
1	0.072	0.197	1.610
2	0.052	-0.005	0.035
3	-0.083	-0.203	1.641
4	0.261	0.403	12.000
5	-0.159	-0.243	4.437
6	0.142	0.063	0.864
7	-0.184	-0.298	5.702
8	-0.054	-0.104	0.758
Total	--	--	27.047

5.1.2 Pembahasan

5.1.2.1 KA. Ekspres ARGO LAWU

a. Frekuensi perjalanan (X_1)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.1 menunjukkan hubungan frekuensi perjalanan (X_1) penumpang dalam menggunakan moda KA terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,153$ dengan kesalahan $p = 0,617$. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi perjalanan (X_1) penumpang mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.5 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,665$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh frekuensi perjalanan penumpang dalam menggunakan KA (X_1) terlihat pada Tabel 5.9 dengan nilai sebesar 2,563 %.

—

b. Ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.1 menunjukkan hubungan ketidaknyamanan karena terjadi *crossing* (X_2) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,101$ dengan kesalahan $p = 0,569$. Hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan karena terjadinya *crossing* (X_2) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan pada Tabel 5.1. Ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2) mempunyai hubungan yang signifikan terhadap ketidaknyamanan karena

keterlambatan KA (X_4). Nilai yang ditunjukkan hubungan ini adalah $r = -0,371$ dengan kesalahan $p = 0,027$. Tabel 5.5 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R=0,665$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2) terlihat pada Tabel 5.9 dengan nilai sebesar 4,10%.

c. Lama waktu *crossing* (X_3)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.1 menunjukkan hubungan lama waktu *crossing* (X_3) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,099$ dengan kesalahan $p = 0,579$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu *crossing* (X_3) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan pada Tabel 5.1. Lama waktu *crossing* (X_3) mempunyai hubungan yang signifikan dengan lama waktu perjalanan (X_7). Nilai yang ditunjukkan hubungan ini adalah $r = -0,349$ dengan kesalahan $p = 0,038$. Tabel 5.5 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R=0,665$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu *crossing* (X_3) terlihat pada Tabel 5.9 dengan nilai sebesar 2,408%.

d. Ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.1 menunjukkan hubungan ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah

$r = -0,470$ dengan kesalahan $p = 0,005$. Hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) mempunyai hubungan yang sangat signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.5 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,665$. Sumbangan efektif yang diberikan oleh ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) terlihat pada Tabel 5.9 sebesar 29,425%, dan merupakan sumbangan efektif terbesar.

e. Lama waktu menunggu KA (X_5)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.1 menunjukkan hubungan lama waktu menunggu KA (X_5) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,223$ dengan kesalahan $p = 0,194$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu menunggu KA (X_5) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.5 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,665$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu menunggu KA (X_5) terlihat pada Tabel 5.9 sebesar 4,074%.

f. *Reliability* dalam ketepatan waktu (X_6)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.1 menunjukkan hubungan *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,139$ dengan kesalahan $p = 0,567$. Hal ini menunjukkan bahwa *reliability* dalam

ketepatan waktu (X_6) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.5 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,665$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) terlihat pada Tabel 5.9 sebesar 1,409 %.

g. Lama waktu perjalanan (X_7)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.1 menunjukkan hubungan lama waktu perjalanan (X_7) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,019$ dengan kesalahan $p = 0,910$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu perjalanan (X_7) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.5 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,665$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu perjalanan (X_7) terlihat pada Tabel 5.9 sebesar 0,040%.

h. Tarif perjalanan (X_8)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.1 menunjukkan hubungan tarif perjalanan moda KA (X_8) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,040$ dengan kesalahan $p = 0,816$. Hal ini menunjukkan bahwa tarif perjalanan (X_8) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.5 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya



total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,665$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh tarif perjalanan (X_8) terlihat pada Tabel 5.9 sebesar 0,250%.

5.1.2.2 KA. Ekspres LOGAWA

a. Frekuensi perjalanan (X_1)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan frekuensi perjalanan penumpang (X_1) dalam menggunakan moda KA terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,569$ dengan kesalahan $p = 0,001$. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi perjalanan penumpang (X_1) mempunyai hubungan yang sangat signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.6 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,723$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh frekuensi perjalanan penumpang (X_1) dalam menggunakan KA terlihat pada Tabel 5.10 sebesar 23,094%.

b. Ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan ketidaknyamanan karena terjadi *crossing* (X_2) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,210$ dengan kesalahan $p = 0,224$. Hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan karena terjadinya *crossing* (X_2) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan pada Tabel 5.2. Ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2) mempu-

total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,665$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh tarif perjalanan (X_8) terlihat pada Tabel 5.9 sebesar 0,250%.

5.1.2.2 KA. Ekspres LOGAWA

a. Frekuensi perjalanan (X_1)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan frekuensi perjalanan penumpang (X_1) dalam menggunakan moda KA terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,569$ dengan kesalahan $p = 0,001$. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi perjalanan penumpang (X_1) mempunyai hubungan yang sangat signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.6 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,723$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh frekuensi perjalanan penumpang (X_1) dalam menggunakan KA terlihat pada Tabel 5.10 sebesar 23,094%.

b. Ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan ketidaknyamanan karena terjadi *crossing* (X_2) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,210$ dengan kesalahan $p = 0,224$. Hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan karena terjadinya *crossing* (X_2) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan pada Tabel 5.2. Ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2) mempu-

nyai hubungan yang signifikan terhadap lama waktu *crossing* (X_3). Nilai yang ditunjukkan hubungan ini adalah $r = 0,396$ dengan kesalahan 0,018. Tabel 5.6 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,723$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2) terlihat pada Tabel 5.10 sebesar 1,425%.

c. Lama waktu *crossing* (X_3)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan lama waktu *crossing* (X_3) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,551$ dengan kesalahan $p = 0,001$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu *crossing* (X_3) mempunyai hubungan yang sangat signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan pada Tabel 5.2. Lama waktu *crossing* (X_3) mempunyai hubungan yang signifikan terhadap ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4). Nilai yang ditunjukkan hubungan ini $r = 0,366$ dengan kesalahan $p = 0,029$. Tabel 5.6 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,723$. Sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu *crossing* (X_3) terlihat pada Tabel 5.10 sebesar 24,620% dan merupakan sumbangan efektif terbesar.

d. Ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) terhadap biaya

total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,119$ dengan kesalahan $p = 0,503$. Hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan pada Tabel 5.2. Ketidaknyamanan keterlambatan KA (X_4) mempunyai hubungan yang signifikan terhadap lama waktu menunggu KA (X_5). Nilai yang ditunjukkan hubungan ini adalah $r = 0,331$ dengan kesalahan $p = 0,049$. Tabel 5.6 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,723$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) terlihat pada Tabel 5.10 sebesar 0,479%.

e. Lama waktu menunggu KA (X_5)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan lama waktu menunggu KA (X_5) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,129$ dengan kesalahan $p = 0,534$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu menunggu KA (X_5) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.6 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,723$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu menunggu KA (X_5) terlihat pada Tabel 5.10 sebesar 0,382%.

f. *Reliability* dalam ketepatan waktu (X_6)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,055$ dengan kesalahan $p = 0,751$. Hal ini menunjukkan bahwa *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan pada Tabel 5.2. *Reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) mempunyai hubungan yang signifikan terhadap ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,335$ dengan kesalahan $p = 0,034$. Tabel 5.6 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,723$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) terlihat pada Tabel 5.10 sebesar 0,517%.

g. Lama waktu perjalanan (X_7)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan lama waktu perjalanan (X_7) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,184$ dengan kesalahan $p = 0,290$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu perjalanan (X_7) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.6 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perja-

lanan (Y), nilainya $R = 0,723$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu perjalanan (X_7) terlihat pada Tabel 5.10 sebesar 0,596%.

h. Tarif perjalanan (X_8)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.2 menunjukkan hubungan tarif perjalanan (X_8) moda KA terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,041$ dengan kesalahan $p = 0,812$. Hal ini menunjukkan bahwa tarif perjalanan (X_8) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 8.6 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,723$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh tarif perjalanan (X_8) terlihat pada Tabel 5.10 sebesar 0,993%.

5.1.2.3 KA. Ekspres PASUNDAN

a. Frekuensi perjalanan (X_1)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.3 menunjukkan hubungan frekuensi perjalanan (X_1) penumpang dalam menggunakan moda KA terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,161$ dengan kesalahan $p = 0,643$. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi perjalanan (X_1) penumpang mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.7 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,682$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh frekuensi perjalanan (X_1) penumpang dalam menggunakan KA terlihat pada Tabel 5.11 sebesar 1.728%.

b. Ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.3 menunjukkan hubungan ketidaknyamanan karena terjadi *crossing* (X_2) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,148$ dengan kesalahan $p = 0,598$. Hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan karena terjadinya *crossing* (X_2) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.7 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,682$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2) terlihat pada Tabel 5.11 sebesar 1,977%.

c. Lama waktu *crossing* (X_3)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.3 menunjukkan hubungan lama waktu *crossing* (X_3) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,483$ dengan kesalahan $p = 0,004$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu *crossing* (X_3) mempunyai hubungan yang sangat signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.7 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,682$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu *crossing* (X_3) terlihat pada Tabel 5.11 sebesar 17.731%.

d. Ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.3 menunjukkan hubungan ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) terhadap biaya

total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,302$ dengan kesalahan $p = 0.074$. Hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) mempunyai hubungan yang tidak terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.7 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,682$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) terlihat pada Tabel 5.11 sebesar 6,058%.

e. Lama waktu menunggu KA (X_5)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.3 menunjukkan hubungan lama waktu menunggu KA (X_5) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,193$ dengan kesalahan $p = 0,267$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu menunggu KA (X_5) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.7 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,682$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu menunggu KA (X_5) terlihat pada Tabel 5.11 sebesar 2,295%.

f. *Reliability* dalam ketepatan waktu (X_6)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.3 menunjukkan hubungan *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,142$ dengan kesalahan $p = 0,580$. Hal ini menunjukkan bahwa *reliability* dalam

ketepatan waktu (X_6) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.7 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) terlihat pada Tabel 5.11 sebesar 0,877%.

g. Lama waktu perjalanan (X_7)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.3 menunjukkan hubungan lama waktu perjalanan (X_7) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,409$ dengan kesalahan $p = 0,014$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu perjalanan (X_7) mempunyai hubungan yang signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.7 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,682$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu perjalanan (X_7) terlihat pada Tabel 5.11 sebesar 14,44%.

h. Tarif perjalanan (X_8)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.3 menunjukkan hubungan tarif perjalanan moda KA (X_8) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,097$ dengan kesalahan $p = 0,685$. Hal ini menunjukkan bahwa tarif perjalanan (X_8) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.7 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,682$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh tarif perjalanan (X_8) terlihat pada Tabel 5.11 sebesar 1.352%.

5.1.2.4 KA. Cepat PURBAYA

a. Frekuensi perjalanan (X_1)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.4 menunjukkan hubungan frekuensi perjalanan (X_1) penumpang dalam menggunakan moda KA terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,072$ dengan kesalahan $p = 0,685$. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi perjalanan (X_1) penumpang mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.8 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,520$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh frekuensi perjalanan (X_1) penumpang dalam menggunakan KA terlihat pada Tabel 5.12 sebesar 1,610%.

b. Ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.4 menunjukkan hubungan ketidaknyamanan karena terjadi *crossing* (X_2) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,052$ dengan kesalahan $p = 0,764$. Hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan karena terjadinya *crossing* (X_2) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditunjukkan pada Tabel 5.4. Ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2) mempunyai hubungan yang sangat signifikan terhadap tarif perjalanan KA. Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,502$ dengan kesalahan $p = 0,002$. Tabel 5.8 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total

perjalanan (Y), nilainya $R = 0,520$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2) terlihat pada Tabel 5.12 sebesar 0,035%.

c. Lama waktu *crossing* (X_3)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.4 menunjukkan hubungan lama waktu *crossing* (X_3) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,083$ dengan kesalahan $p = 0,642$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu *crossing* (X_3) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan pada Tabel 5.4. Lama waktu *crossing* (X_3) mempunyai hubungan yang signifikan terhadap frekuensi perjalanan menggunakan KA. Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,345$ dengan kesalahan $p = 0,040$. Tabel 5.8 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,520$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu *crossing* (X_3) terlihat pada Tabel 5.12 sebesar 1,641%.

d. Ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.4 menunjukkan hubungan ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,261$ dengan kesalahan $p = 0,127$. Hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) mempunyai hubungan yang tidak signifikan

terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan Tabel 5.4. Ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) mempunyai hubungan yang signifikan terhadap lama waktu menunggu KA (X_5). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,374$ dengan kesalahan $p = 0,026$. Tabel 5.8 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,520$. Sumbangan efektif yang diberikan oleh ketidaknyamanan karena keterlambatan KA (X_4) terlihat pada Tabel 5.12 sebesar 12,00% dan merupakan sumbangan efektif terbesar.

e. Lama waktu menunggu KA (X_5)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.4 menunjukkan hubungan lama waktu menunggu KA (X_5) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,159$ dengan kesalahan $p = 0,636$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu menunggu KA (X_5) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.8 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan, nilainya $R = 0,520$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu menunggu KA (X_5) terlihat pada Tabel 5.12 sebesar 4,437%.

f. *Reliability* dalam ketepatan waktu (X_6)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.4 menunjukkan hubungan *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) terhadap biaya total

perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = 0,142$ dengan kesalahan $p = 0,580$. Hal ini menunjukkan bahwa *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Korelasi antar variabel bebas juga ditampilkan Tabel 5.4. *Reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) mempunyai hubungan yang signifikan terhadap ketidaknyamanan karena *crossing* (X_2). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,390$ dengan kesalahan $p = 0,020$. Tabel 5.8 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,520$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh *reliability* dalam ketepatan waktu (X_6) terlihat pada Tabel 5.12 sebesar 0,684%.

g. Lama waktu perjalanan (X_7)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.4 menunjukkan hubungan lama waktu perjalanan (X_7) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,184$ dengan kesalahan $p = 0,291$. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu perjalanan (X_7) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.8 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,520$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh lama waktu perjalanan (X_7) terlihat pada Tabel 5.12 sebesar 5,702%.

h. Tarif perjalanan (X_8)

Matriks Interkorelasi yang terlihat pada Tabel 5.4 menunjukkan hubungan tarif perjalanan moda KA (X_8) terhadap biaya total perjalanan (Y). Nilai yang ditunjukkan oleh hubungan ini adalah $r = -0,054$ dengan kesalahan $p = 0,775$. Hal ini menunjukkan bahwa tarif perjalanan (X_8) mempunyai hubungan yang tidak signifikan terhadap biaya total perjalanan (Y). Tabel 5.8 menunjukkan korelasi total seluruh variabel terhadap biaya total perjalanan (Y), nilainya $R = 0,520$ dan sumbangan efektif yang diberikan oleh tarif perjalanan (X_8) terlihat pada Tabel 5.12 sebesar 0,75%.

5.1.3 Pemodelan Biaya Total Perjalanan

Biaya total perjalanan KA dimodelkan dalam suatu bentuk Persamaan Regresi dengan memasukkan berbagai variasi variabel bebas dalam persamaan tersebut. Pengambilan variasi variabel bebas dalam persamaan biaya total perjalanan dilakukan secara bertahap (*stepwise*). Metode Bertahap ini bertujuan untuk menentukan besar kontribusi variabel bebas dan menentukan susunan variabel bebas yang memberikan kontribusi terbesar. Besar nilai kontribusi susunan variabel bebas tersebut dinotasikan dengan R^2 . Model biaya total perjalanan yang dipakai adalah model yang mempunyai Koefisien Determinasi (R^2) terbesar. Analisis pemodelan biaya total perjalanan KA terdapat pada Kelompok Lampiran Pemodelan Biaya Total Perjalanan.

5.1.3.1 Pemodelan Biaya Total Perjalanan KA. ARGO LAWU

Alternatif pemodelan biaya total perjalanan KA. ARGO LAWU terlihat pada Tabel 5.13 sebagai berikut :

Tabel 5.13 Resume Model Biaya Total Perjalanan KA. ARGO LAWU

No	Model	R ²	Keterangan
1.	$Y = a + b.x_1$	0,1533	
2.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2$	0,1869	
3.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3$	0,2043	
4.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4$	0,6371	
5.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5$	0,6576	
6.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6$	0,6626	
7.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6 + h.x_7$	0,6639	
8.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6 + h.x_7 + i.x_8$	0,6703	terbesar

Berdasarkan Tabel 5.13 diatas, diperoleh nilai R² terbesar pada model ke-8 maka model biaya total perjalanan KA. ARGO LAWU adalah sebagai berikut :

$$Y = 3,2721 + 0,1634 x_1 - 0,3424 x_2 - 0,2424 x_3 - 0,5598 x_4 + 0,1754 x_5 + 0,1153 x_6 - 0,0423h x_7 + 0,1305 x_8$$

keterangan :

- Y = biaya total perjalanan
- X₁ = frekuensi perjalanan
- X₂ = ketidaknyamanan karena *crossing*
- X₃ = lama waktu *crossing*
- X₄ = ketidaknyamanan karena keterlambatan KA
- X₅ = lama waktu menunggu KA
- X₆ = *reliability* dalam ketepatan waktu
- X₇ = lama waktu perjalanan
- X₈ = tarif perjalanan

5.1.3.2 Pemodelan Biaya Total Perjalanan KA. LOGAWA

Alternatif pemodelan biaya total perjalanan KA. ARGO LAWU terlihat pada Tabel 5.14 sebagai berikut :

Tabel 5.14 Resume Model Biaya Total Perjalanan KA. LOGAWA

No	Model	R ²	Keterangan
1.	$Y = a + b.x_1$	0,5694	
2.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2$	0,5778	
3.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3$	0,6894	
4.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4$	0,6900	
5.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5$	0,6933	
6.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6$	0,6985	
7.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6 + h.x_7$	0,7028	
8.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6 + h.x_7 + i.x_8$	0,7028	terbesar

Berdasarkan Tabel 5.14 diatas, diperoleh nilai R² terbesar pada model ke-8 maka model biaya total perjalanan KA. LOGAWA adalah sebagai berikut :

$$Y = 0,5296 + 0,3589 x_1 - 0,0549 x_2 + 0,3740 x_3 - 0,0138 x_4 - 0,0388 x_5 \\ - 0,1038 x_6 - 0,0721 x_7 + 0,0102 x_8$$

keterangan :

- Y = biaya total perjalanan
- X₁ = frekuensi perjalanan
- X₂ = ketidaknyamanan karena *crossing*
- X₃ = lama waktu *crossing*
- X₄ = ketidaknyamanan karena keterlambatan KA
- X₅ = lama waktu menunggu KA
- X₆ = reliability dalam ketepatan waktu
- X₇ = lama waktu perjalanan
- X₈ = tarif perjalanan

5.1.3.3 Pemodelan Biaya Total Perjalanan KA. PASUNDAN

Alternatif pemodelan biaya total perjalanan KA. PASUNDAN terlihat pada Tabel 5.15 sebagai berikut :

Tabel 5.15 Resume Model Biaya Total Perjalanan KA. PASUNDAN

No	Model	R ²	Keterangan
1.	$Y = a + b.x_1$	-0,1686	
2.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2$	0,2398	
3.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3$	0,5266	
4.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4$	0,5716	
5.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5$	0,5723	
6.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6$	0,5723	
7.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6 + h.x_7$	0,6593	
8.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6 + h.x_7 + i.x_8$	0,6941	terbesar

Berdasarkan Tabel 5.15 diatas, diperoleh nilai R² terbesar pada model ke-8 maka model biaya total perjalanan KA. PASUNDAN adalah sebagai berikut :

$$Y = 3,4421 + 0,1220 x_1 + 0,2036 x_2 - 0,3463 x_3 - 0,1850 x_4 - 0,0476 x_5 + 0,0683 x_6 - 0,3772 x_7 + 0,2108 x_8$$

keterangan :

- Y = biaya total perjalanan
- X₁ = frekuensi perjalanan
- X₂ = ketidaknyamanan karena *crossing*
- X₃ = lama waktu *crossing*
- X₄ = ketidaknyamanan karena keterlambatan KA
- X₅ = lama waktu menunggu KA
- X₆ = reliability dalam ketepatan waktu
- X₇ = lama waktu perjalanan
- X₈ = tarif perjalanan

5.1.3.4 Pemodelan Biaya Total Perjalanan KA. PURBAYA

Alternatif pemodelan biaya total perjalanan KA. PURBAYA terlihat pada Tabel 5.16 sebagai berikut :

Tabel 5.16 Resume Model Biaya Total Perjalanan KA. PURBAYA

No	Model	R ²	Keterangan
1.	$Y = a + b.x_1$	0,0716	
2.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2$	0,0909	
3.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3$	0,1108	
4.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4$	0,3321	
5.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5$	0,4371	
6.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6$	0,4464	
7.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6 + h.x_7$	0,5124	
8.	$Y = a + b.x_1 + c.x_2 + d.x_3 + e.x_4 + f.x_5 + g.x_6 + h.x_7 + i.x_8$	0,5201	terbesar

Berdasarkan Tabel 5.16 diatas, diperoleh nilai R² terbesar pada model ke-8 maka model biaya total perjalanan KA. PURBAYA adalah sebagai berikut :

$$Y = 2,9013 + 0,2278 x_1 - 0,0069 x_2 - 0,1990 x_3 + 0,4561 x_4 - 0,3531 x_5 + 0,0709 x_6 - 0,2792 x_7 - 0,1755 x_8$$

keterangan :

Y = biaya total perjalanan

X₁ = frekuensi perjalanan

X₂ = ketidaknyamanan karena *crossing*

X₃ = lama waktu *crossing*

X₄ = ketidaknyamanan karena keterlambatan KA

X₅ = lama waktu menunggu KA

X₆ = *reliability* dalam ketepatan waktu

X₇ = lama waktu perjalanan

X₈ = tarif perjalanan

5.1.4 Analisis Kuisisioner Terhadap Rencana Pembangunan Jalur Rel Ganda Parsial

Resume analisis kuisisioner di atas menyatakan bahwa variabel yang paling mempengaruhi total biaya perjalanan adalah ketidaknyamanan karena keterlambatan untuk KA.ARGOWALU dan KA. PURBAYA, sedangkan untuk KA.LOGAWA dan KA.PASUNDAN lama waktu *crossing* merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap biaya total perjalanan. Kondisi ini melahirkan suatu hipotesis bahwa karakteristik penumpang setiap jenis kereta adalah berbeda, sehingga menimbulkan hasil analisis yang berbeda pula. Penumpang KA.ARGOWALU menempatkan nilai kenyamanan sebagai variabel yang paling menentukan dalam pemilihan suatu moda. Kecenderungan ini adalah logis, karena mayoritas penumpang KA.ARGOWALU mempunyai tingkat perekonomian menengah keatas. Kondisi pada KA.LOGAWA dan KA.PASUNDAN, penumpang kereta api ini menempatkan variabel lama waktu *crossing* sebagai variabel yang paling menentukan dalam pemilihan moda angkutan KA. Mayoritas penumpang dua kereta tersebut mengasumsikan bahwa nilai frekuensi dan waktu *crossing* masih relatif tinggi, karena harus berhenti apabila bersilangan dengan kereta level lebih tinggi. Kecenderungan karakteristik penumpang KA.PURBAYA dalam menentukan moda KA berada pada variabel yang sama dengan KA.ARGOWALU. Persamaan ini hanya pada sebatas posisi variabel yang menentukan, sebab apabila kita cermati kembali sebenarnya ketidaknyamanan menunggu

KA adalah karena terlalu lamanya keterlambatan KA dengan frekuensi yang relatif tinggi. Kondisi ini bisa dimaklumi karena KA.PURBAYA merupakan termasuk KA penumpang yang paling rendah prioritasnya. Ketidaknyamanan pada KA.PURBAYA lebih cenderung disebabkan pada sistem operasional KA, sedangkan pada KA.ARGOLAWU lebih cenderung disebabkan oleh *feeling* penumpangnya sendiri, karena kita mengetahui bahwa KA.ARGOLAWU adalah termasuk KA yang mendapatkan prioritas nomor satu. Berdasarkan berbagai kecenderungan karakteristik penumpang diatas dapat disimpulkan bahwa penumpang KA tidak menghendaki frekuensi dan lama waktu crossing yang tinggi. Penerapan jalur rel ganda parsial kiranya dapat memberikan solusi permasalahan tersebut.

5. 2 Analisis Operasional

5.2.1 Analisis Kapasitas Lintas *existing*

Analisis kapasitas lintas membutuhkan beberapa variabel data yang meliputi data jarak antar seksi, sistem persinyalan, dan kecepatan operasional KA. Dibawah ini diuraikan langkah dan metode analisis kapasitas lintas.

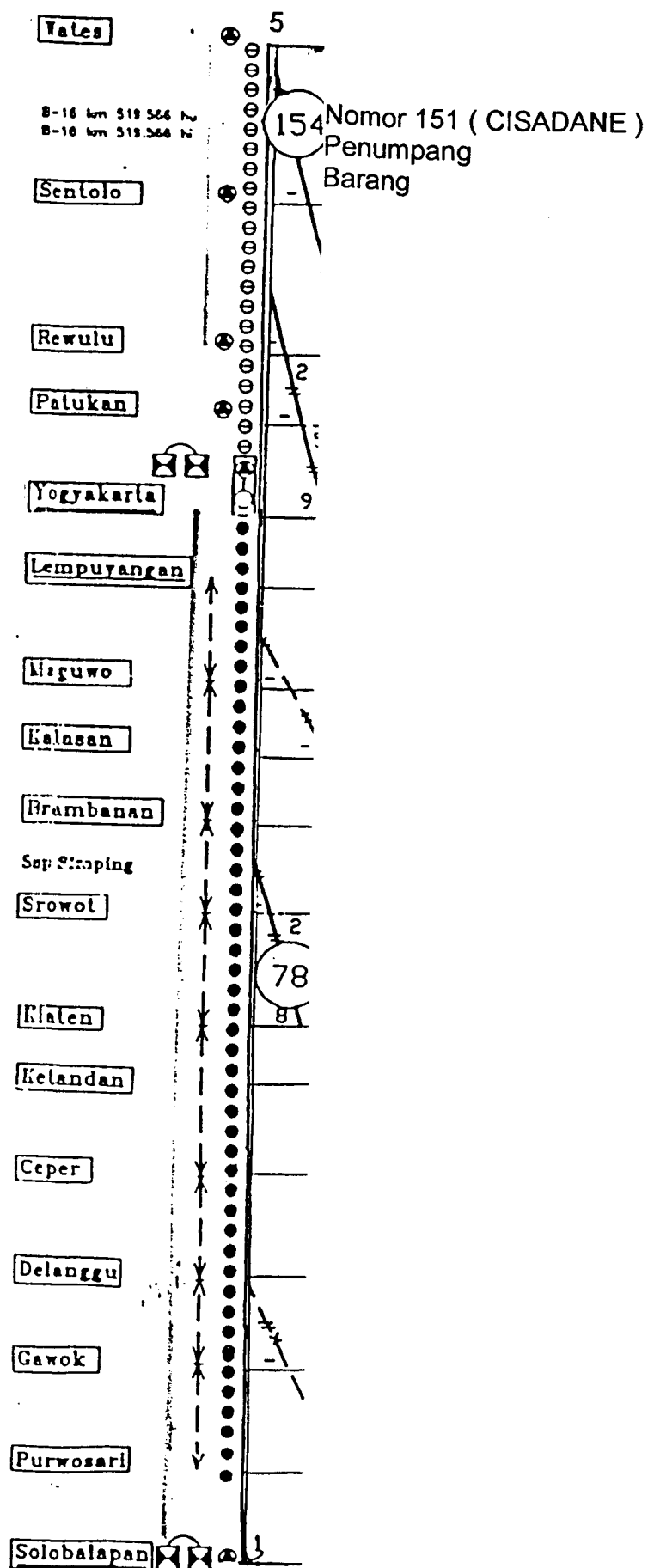
1. Menentukan Kereta Model

GAPEKA tidak menampilkan kecepatan per seksi setiap KA , maka dari itu langkah pertama yang kita lakukan adalah merekam setiap waktu tempuh KA yang ada pada GAPEKA *existing*. Contoh metode perekaman data waktu tempuh (TT) dan waktu tunda (DT) diilustrasikan secara mikro

dengan mengambil sampel pola pergerakan KA. CISADANE (KA.Nomor 151) pada Koridor Solo Balapan – Wates pada pukul 05.00 WIB sampai dengan pukul 08.00 WIB seperti pada GAPEKA *existing* Koridor Solo Balapan – Wates seperti terlihat pada Grafik 5.1 berikut ini :

-

Grafik 5.1 Grafik Per



Langkah dan metode perekaman data waktu tempuh (TT), waktu tunda (DT), dan total waktu tempuh KA. CISADANE (KA. Nomor 151) adalah sebagai berikut :

a. Waktu Tempuh (TT)

Metode perekaman waktu tempuh diilustrasikan dengan mengambil sampel seksi Solo Balapan – Purwosari. Pada Grafik 5.1 terlihat KA. CISADANE (KA. Nomor 151) meninggalkan Stasiun Balapan pada pukul 05.30 WIB (pada GAPEKA *existing* dinotasikan dengan angka 30) dan sampai di Stasiun Purwosari pukul 05.35 (pada GAPEKA *existing* dinotasikan dengan angka 35). Angka 30 dan 35 menunjukkan menit ke-n dari pukul 05.00 WIB. Selisih kedua angka diatas dapat menunjukkan waktu tempuh KA. Nomor 151 untuk menempuh Seksi Solo Balapan – Purwosari.

$$\begin{aligned}\text{Waktu tempuh KA. CISADANE (Solo Balapan – Purwosari)} &= 35 - 30 \\ &= 5 \text{ menit}\end{aligned}$$

b. Waktu Tunda (DT)

Metode perekaman waktu tunda diilustrasikan dengan mengambil sampel pada Stasiun Purwosari. Pada Grafik 5.1 terlihat KA. CISADANE (KA. Nomor 151) berhenti di Stasiun Purwosari pada pukul 05.35 WIB (pada GAPEKA dinotasikan dengan angka 35) dan meninggalkan Stasiun Purwosari pukul 05.37 (pada GAPEKA *existing* dinotasikan dengan angka 37). Angka 35 dan 37 berada pada posisi ordinat yang sama, hal ini menunjukan bahwa KA. Nomor 151 berhenti

pada Stasiun Purwosari ini. Angka 35 dan 37 menunjukkan menit ke-n dari pukul 05.00 WIB. Selisih kedua angka diatas dapat menunjukkan waktu tunda KA. CISADANE (KA. Nomor 151) di Stasiun Purwosari.

$$\begin{aligned}\text{Waktu tunda KA. CISADANE (Purwosari)} &= 37 - 35 \\ &= 2 \text{ menit}\end{aligned}$$

Metode penghitungan waktu tempuh per seksi dan waktu tunda di stasiun untuk kereta lainnya analog dengan metode diatas. Resume rekaman waktu tempuh dan waktu tunda KA. CISADANE (KA.Nomor 151) secara keseluruhan (Koridor Walikukun – Kutoarjo) dapat dilihat pada Tabel 5.19. Resume rekaman waktu tempuh dan waktu tunda untuk masing – masing KA. penumpang nomor ganjil di DAOP VI ditampilkan pada pada Tabel 5.17 sampai dengan Tabel 5.24 berikut ini :

Tabel 5.17 sampai dengan Tabel 5.24 mengenai waktu tempuh dan waktu tunda KA. penumpang nomor ganjil diatas menunjukkan perbedaan waktu tempuh KA, meskipun kereta mempunyai level dan kelas yang sama. Kondisi ini menuntut kita untuk membuat segmen untuk koridor – koridor tertentu. Maksud pembagian lintasan per segmen adalah agar dapat mengilustrasikan kereta yang mempunyai waktu tempuh tercepat dalam setiap segmennya. Konsep dasar pembagian segmen adalah jumlah KA dan waktu tempuh KA yang melintasi suatu koridor tertentu. Total waktu tempuh KA. tercepat dalam setiap segmen tersebut kemudian dijadikan **kereta model**. Kereta model ini merupakan wakil dari suatu level dan kelas KA tertentu. Pada proses pembagian segmen dan penentuan kereta model ini diambil sampel pola pergerakan KA. Ekspres Kelas Spesial seperti terlihat pada Tabel 5.17. Tabel 5.17 menampilkan waktu tempuh (TT) dan waktu tunda (DT) Kereta Ekspres Kelas Spesial. Pada tabel tersebut terlihat bahwa lintasan di DAOP VI dibagi menjadi dua segmen yaitu segmen pertama : Walikukun - Solo Balapan, segmen kedua : Solo Balapan – Kutoaarjo. Pada lintasan Walikukun – Solo Balapan ada dua kereta ekspres kelas spesial yang beroperasi yaitu KA. ARGO WILIS (KA. Nomor 21) dan KA. BIMA (KA Nomor 63). Segmen pertama (Walikukun - Solo Balapan) terlihat bahwa waktu tempuh tercepat untuk segmen ini adalah 39,5 menit (waktu tempuh KA. ARGO WILIS) dan

segmen ini adalah 39,5 menit (waktu tempuh KA. ARGO WILIS) dan waktu tempuh terlama adalah 40 menit (waktu tempuh KA. BIMA). Kedua angka ini merupakan komulatif waktu tempuh masing – masing KA. untuk melintasi Koridor Walikukun – Solo Balapan (segmen pertama). Komparasi kedua waktu tempuh kedua KA. tersebut menunjukkan bahwa KA. ARGO WILIS merupakan **kereta model** pada segmen pertama. Pada segmen kedua terlihat ada empat kereta ekspres kelas spesial yang melintasi, yaitu KA. ARGO LAWU (KA. Nomor 17), KA. ARGO DWIPANGGA (KA. Nomor 19), KA. ARGO WILIS (KA. Nomor 21), dan KA. BIMA (KA. Nomor 63). Masing – masing kereta tersebut mempunyai waktu tempuh berurutan sebagai berikut 89 menit, 92 menit, 88 menit dan 97 menit, dan dengan metode yang sama dengan metode pada analisis segmen pertama maka dapat kita tentukan bahwa KA. ARGO WILIS merupakan kereta model pada segmen kedua (Koridor Solo Balapan – Kutoarjo). Metode ini diterapkan pada level dan kelas kereta lainnya. Resume proses pemilihan kereta model setiap level dan kelas KA. penumpang nomor ganjil di DAOP VI ditampilkan pada Tabel 5.17 sampai dengan Tabel 5.24 di depan, pada Kolom Kereta Model.

2. Menentukan **waktu tempuh rata – rata**

Waktu tempuh rata – rata diperoleh dengan menabelkan waktu tempuh referensi, yaitu waktu tempuh **kereta model** seperti terlihat di Tabel 5.25 pada Kelompok Kolom Waktu Tempuh Perjalanan Kereta (kelompok kolom kedua) berikut ini :

Tabel 5.25 Waktu Tempu

SEKSI	RAK LINTAS Eksis (Sm)	V RERATA (km / jam)	WAKTU PELAYANAN SINYAL (mnt)	KAPASITAS LINTAS REL TUNGGAL (KA / hari)	KAPASITAS LINTAS x E (KA / hari)
W. Kukun - K. banteng	12.295	69.02	5.5	53.375	35.583
K. Banteng - K. Romo	6.06	67.26	5.5	79.221	52.814
K. Romo - Sragen	5.209	59.53	5.5	80.372	53.581
Sragen - Masaran	8.979	65.3	5.5	62.836	41.891
Masaran - Kemiri	8.93	68.31	5.5	64.749	43.166
Kemiri - Palur	4.314	64.19	5.5	86.4	57.6
Palur - Solo Kota	4.15	67.53	5.5	94.041	62.694
Slo Kota - Slo. Balapan	2.088	34.86	5.5	95.01	63.34
Slo. Balapan - Purwosari	2.936	42.32	5.5	89.421	59.614
Purwosari - Gawok	6.639	65.4	5.5	74.541	49.694
Gawok - Delanggu	5.543	65.92	5.5	81.931	54.621
Delanggu - Ceper	6.268	66.19	5.5	77.268	51.512
Ceper - Ketandan	5.481	62.19	5.5	80.09	53.393
Ketandan - Klaten	3.301	61.94	5.5	94.099	62.733
Klaten - Srowot	6.378	60.71	5.5	73.202	48.801
Srowot - Brambanan	5.85	60.33	5.5	76.337	50.892
Brambanan - Kalasan	4.158	57.98	5.5	88.136	58.757
Kalasan - Maguwo	4.046	59.56	5.5	90.228	60.152
Maguwo - Lempuyangan	6.14	56.94	2.5	96.324	64.216
Lempuyangan - YK	1.277	27.21	2.5	162.53	108.36
YK - Patukan	4.341	55.42	2.5	120	80
Patukan - Rewulu	4.579	63.4	2.5	126.44	84.293
Rewulu - Sentolo	9.041	66.33	2.5	80.91	53.94
Sentolo - Wates	10.145	68.17	2.5	75.6	50.4
Wates - Kedundang	6.869	64.11	2.5	96.768	64.512
Kedundang - Wojo	6.783	69.48	2.5	103.38	68.923
Wojo - Jenar	8.393	68.45	2.5	87.652	58.435
Jenar - Montelan	7.764	72.87	2.5	97.157	64.771
Montelan - Kutoarjo	5.334	65.34	2.5	109.96	73.309

Proses selanjutnya setelah menabelkan waktu tempuh **kereta model** adalah mengalikan waktu tempuh masing - masing kereta model (kelompok kolom waktu tempuh perjalanan KA) terhadap jumlah KA untuk setiap level dan kelas kereta model (kelompok kolom jumlah KA). Kelompok kolom jumlah KA merupakan rekaman frekuensi KA di DAOP VI yang ditampilkan pada Tabel 5.26 sebagai berikut :

Tabel 5.26 Frekuensi KA per Seksi di Daerah Operasi VI

SEKSI	FREKUENSI KA. DAOP VI (KA / HARI)								TOTAL
	EKSPRES			CPT	SKAB	B.C	BRG	DNS	
	S	E/B	EKO	EKO	BRG	BRG	BRG	DNS	
W.Kukun - K.banteng	4	8	10	4	2	2	2	0	32
K.Banteng - K,Romo	4	8	10	4	2	2	2	0	32
K.Romo – Sragen	4	8	10	4	2	2	2	0	32
Sragen – Masaran	4	8	10	4	2	2	2	0	32
Masaran – Kemiri	4	8	10	4	2	2	2	0	32
Kemiri – Palur	4	8	10	4	2	2	2	0	32
Palur - Solo Kota	4	8	10	4	2	2	2	0	32
Slo Kota - Slo.Balapan	4	8	10	4	2	2	2	0	32
Slo. Balapan – Pw.sari	8	20	14	4	2	8	8	10	74
Purwosari – Gawok	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Gawok – Delanggu	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Delanggu – Ceper	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Ceper – Ketandan	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Ketandan – Klaten	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Klaten – Srowot	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Srowot – Brambanan	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Brambanan – Kalasan	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Kalasan – Maguwo	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Maguwo – Lempy.	8	20	14	4	2	8	8	2	66
Lempuyangan - Yogya	8	20	16	2	2	8	8	12	76
Yogya – Patukan	8	16	16	2	2	8	8	0	60
Patukan – Rewulu	8	16	16	2	2	8	8	0	60

Sambungan Tabel 5.26 Frekuensi KA per Seksi di Daerah Operasi VI

Rewulu – Sentolo	8	16	16	2	2	8	4	0	56
Sentolo – Wates	8	16	16	2	2	8	4	0	56
Wates – Kedundang	8	16	16	2	2	8	4	0	56
Kedundang – Wojo	8	16	16	2	2	8	4	0	56
Wojo – Jenar	8	16	16	2	2	8	4	0	56
Jenar – Montelan	8	16	16	2	2	8	4	0	56
Montelan – Kutoarjo	8	16	16	2	2	8	4	0	56

Sumber : PT. KAI DAOP VI

Hasil perkalian kelompok kolom waktu tempuh dengan kelompok kolom jumlah KA kemudian dibagi terhadap jumlah total dari masing – masing kereta model. Proses penentuan waktu tempuh rerata dilakukan per seksi. Contoh hitungan untuk mendapatkan waktu tempuh rerata Seksi Walikukun – Kedungbanteng pada Tabel 5.25 baris pertama adalah sebagai berikut :

$$t_r = \frac{(9 \times 4) + (9 \times 8) + (9 \times 10) + (13 \times 4) + (14,5 \times 2) + (13 \times 2) + (18,5 \times 2)}{(4 + 8 + 10 + 4 + 2 + 2 + 2)}$$

$$= 10,69 \text{ menit}$$

3. Menentukan **kecepatan rerata**

Kecepatan rerata diperoleh dengan membagi jarak antar seksi (kelompok kolom kelima) terhadap waktu tempuh rerata KA per seksi (kelompok kolom keempat).

Contoh hitungan untuk mendapatkan kecepatan rerata Seksi Walikukun – Kedungbanteng terlihat pada Tabel 5.25 baris pertama adalah sebagai berikut :

$$V_r = \frac{12,295}{(10,69 / 60)}$$

$$= 69 \text{ km / jam}$$

4. Menghitung **kapasitas lintas** per seksi

Kapasitas lintas dihitung dengan menggunakan formula kapasitas lintas untuk jalur rel tunggal versi PT. KAI. Variabel yang berpengaruh terhadap kapasitas lintas seksi meliputi : jarak antar seksi, kecepatan rerata, dan waktu pelayanan sinyal. Waktu pelayanan sinyal terlihat pada Tabel 5.27 berikut ini :

Tabel 5.27 Sistem Persinyalan dan Waktu Pelayanan Sinyal DAOP VI

SEKSI	SISTEM PERSINYALAN	WAKTU PELAYANAN SINYAL (menit)
Walikukun – K.banteng	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5
K.Banteng – Kebonromo	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5
Kebonromo – Sragen	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5
Sragen – Masaran	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5
Masaran – Kemiri	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5
Kemiri – Palur	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5
Palur - Solo Kota	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5
Solo Kota – Solo Balapan	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5

Sambungan Tabel 5.27 Sistem Persinyalan dan Waktu Pelayanan Sinyal DAOP VI

Solo Balapan – Purwosari	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5
Purwosari – Gawok	Sinyal Mekanik dengan Blok	5,5
Gawok – Delanggu	Sinyal Elektrik	2,5
Delanggu – Ceper	Sinyal Elektrik	2,5
Ceper – Ketandan	Sinyal Elektrik	2,5
Ketandan – Klaten	Sinyal Elektrik	2,5
Klaten - Srowot	Sinyal Elektrik	2,5
Srowot - Brambanan	Sinyal Elektrik	2,5
Brambanan - Kalasan	Sinyal Elektrik	2,5
Kalasan - Maguwo	Sinyal Elektrik	2,5
Maguwo - Lempuyangan	Sinyal Elektrik	2,5
Lempuyangan - Yogya	Sinyal Elektrik	2,5
Yogya - Patukan	Sinyal Elektrik	2,5
Patukan - Rewulu	Sinyal Elektrik	2,5
Rewulu - Sentolo	Sinyal Elektrik	2,5
Sentolo - Wates	Sinyal Elektrik	2,5
Wates - Kedundang	Sinyal Elektrik	2,5
Kedundang - Wojo	Sinyal Elektrik	2,5
Wojo - Jenar	Sinyal Elektrik	2,5
Jenar - Montelan	Sinyal Elektrik	2,5
Montelan - Kutoarjo	Sinyal Elektrik	2,5

Sumber : PT. KAI DAOP VI

Contoh hitungan untuk mendapatkan kapasitas lintas Seksi Walikukun – Kedungbanteng terlihat pada Tabel 5.25 baris pertama adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{864 \times (2 / 3)}{(60 \times (12,295 / 69)) + 5,5}$$

$$= 35.6 \text{ KA / hari}$$

Proses penghitungan kapasitas lintas untuk seksi-seksi lainnya analog dengan proses penghitungan kapasitas lintas Seksi Walikukun – Kedungbanteng di atas. Resume penghitungan kapasitas lintas per seksi di DAOP VI terlihat di Tabel 5.25 pada kolom terakhir.

5.2.2 Analisis Kapasitas Lintas dalam Kaitannya dengan Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial (*Partly Double Track*)

Pembangunan jalur rel ganda parsial, disamping mempunyai pengaruh positif terhadap waktu tempuh perjalanan KA juga berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas lintas per seksinya. Suatu seksi dikatakan kritis apabila kapasitas lintas seksinya lebih kecil dari pada frekuensi KA yang beroperasi pada seksi tersebut. Kapasitas lintas per seksi jalur rel tunggal (*single track*) terlihat pada Tabel 5.25 kolom terakhir. Komparasi nilai – nilai yang menyatakan kapasitas lintas per seksi pada Tabel 5.25 dengan komulatif jumlah KA. per seksi (frekuensi KA per seksi) pada Tabel 5.26 ditampilkan pada Tabel 5.28 berikut ini :

Tabel 5.28 Komparasi antara Kapasitas Lintas Jalur Rel Tunggal serta Frekuensi KA di DAOP VI

SEKSI	KAPASITAS LINTAS JALUR REL TUNGGAL (KA / HARI)	FREKUENSI (KA / HARI)
W.Kukun - K.banteng	36	32
K.Banteng – K.Romo	53	32
K.Romo - Sragen	54	32
Sragen - Masaran	42	32
Masaran - Kemiri	43	32
Kemiri - Palur	58	32
Palur - Solo Kota	63	32

Sambungan Tabel 5.28 Komparasi antara Kapasitas Lintas Jalur Rel Tunggal serta Frekuensi KA di DAOP VI

Slo Kota - Slo.Balapan	63	32
Slo. Balapan - Purwosari	60	74
Purwosari - Gawok	50	66
Gawok - Delanggu	55	66
Delanggu - Ceper	52	66
Ceper - Ketandan	53	66
Ketandan - Klaten	63	66
Klaten - Srowot	49	66
Srowot - Brambanan	51	66
Brambanan - Kalasan	59	66
Kalasan - Maguwo	60	66
Maguwo - Lempuyangan	64	66
Lempuyangan - Yogya	108	76
Yogya - Patukan	80	60
Patukan - Rewulu	84	60
Rewulu - Sentolo	54	56
Sentolo - Wates	50	56
Wates - Kedundang	65	56
Kedundang - Wojo	69	56
Wojo - Jenar	58	56
Jenar - Montelan	65	56
Montelan - Kutoarjo	73	56

Tabel 5.28 menunjukkan nilai kapasitas lintas per seksi pada seksi – seksi sepanjang Koridor Solo Balapan – Lempuyangan dan Koridor Rewulu – Wates berada dibawah frekuensi KA. Kondisi ini menunjukkan bahwa seksi-seksi sepanjang Koridor Solo Balapan – Lempuyangan dan Koridor Rewulu – Wates sudah tidak mampu melayani secara kuantitatif frekuensi KA yang melintasinya. Ketidakmampuan suatu seksi melayani frekuensi KA akan menyebabkan terjadinya permasalahan yang berkaitan dengan sistem

operasional KA, misal sering terjadinya *crossing*. Fenomena di atas merupakan konsep dasar yang melatar belakangi penentuan lokasi jalur rel ganda parsial di DAOP VI. Pertimbangan ini didasarkan karena jarak antar seksi ini sangat dekat, sementara frekuensi KA untuk seksi dibagian timur dan baratnya yaitu Seksi Maguwo – Lempuyangan dan Seksi Patukan – Yogyakarta relatif tinggi. Kondisi ini sering menyebabkan waktu tunda (*delay time*) bagi kereta – kereta yang berasal dari Yogyakarta menuju Lempuyangan dan sebaliknya. Kondisi ini terjadi karena masing – masing kereta harus me-nunggu *track* pada seksi Lempuyangan – Yogyakarta bersih dari kereta yang berlawanan arah.

Perhitungan kapasitas lintas jalur rel ganda parsial pada seksi – seksi sepanjang Koridor Solo Balapan – Lempuyangan dan Koridor Rewulu – Wates analog sama dengan perhitungan kapasitas lintas jalur rel tunggal di depan, dengan perubahan pada penggunaan formula kapasitas lintas jalur ganda versi PT. KAI.

Contoh perhitungan kapasitas lintas Seksi Maguwo – Lempuyangan jalur rel ganda parsial dengan merekam data jarak antar seksi, kecepatan rerata , dan waktu pelayanan sinyal dari Tabel 5.25 diuraikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas lintas (Maguwo – Lempuyangan)} &= \frac{1728 \cdot 1}{(60 \times (6,14 / 57)) + 2,5} \\ &= 193 \text{ KA / hari} \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas lintas jalur rel ganda parsial di atas menunjukkan peningkatan kapasitas lintas menjadi kurang lebih tiga kali lipat jika dibandingkan dengan kondisi jalur rel tunggal.

Perhitungan kapasitas lintas jalur rel ganda parsial pada seksi – seksi lain analog dengan perhitungan kapasitas lintas jalur rel ganda parsial Seksi Maguwo – Lempuyangan.

Tabel 5.29 Komparasi antara Kapasitas Lintas Jalur Rel Tunggal, Jalur Rel Ganda Parsial serta Frekuensi KA di DAOP VI

SEKSI	KAPASITAS LINTAS (KA / HARI)		FREKUENSI (KA / HARI)
	Jalur Rel Tunggal	Jalur Rel Ganda Parsial	
W.Kukun - K.banteng	36		32
K.Banteng - K,Romo	53		32
K.Romo - Sragen	54		32
Sragen - Masaran	42		32
Masaran - Kemiri	43	-	32
Kemiri - Palur	58		32
Palur - Solo Kota	63		32
Slo Kota - Slo.Balapan	63		32
Slo. Balapan - Purwosari	60	179	74
Purwosari - Gawok	50	149	66
Gawok - Delanggu	55	164	66
Delanggu - Ceper	52	155	66
Ceper - Ketandan	53	160	66
Ketandan - Klaten	63	188	66
Klaten - Srowot	49	146	66
Srowot - Brambanan	51	153	66
Brambanan - Kalasan	59	176	66
Kalasan - Maguwo	60	180	66
Maguwo - Lempuyangan	64	193	66
Lempuyangan - YK	108	325	76
YK - Patukan	80		60
Patukan - Rewulu	84		60
Rewulu - Sentolo	54	162	56
Sentolo - Wates	50	151	56
Wates - Kedundang	65		56
Kedundang - Wojo	69		56

Sambungan Tabel 5.29 Komparasi antara Kapasitas Lintas Jalur Rel Tunggal, Jalur Rel Ganda Parsial serta Frekuensi KA di DAOP VI

Wojo - Jenar	58		56
Jenar - Montelan	65		56
Montelan - Kutoarjo	73		56

5.2.3 Analisis GAPEKA *existing*

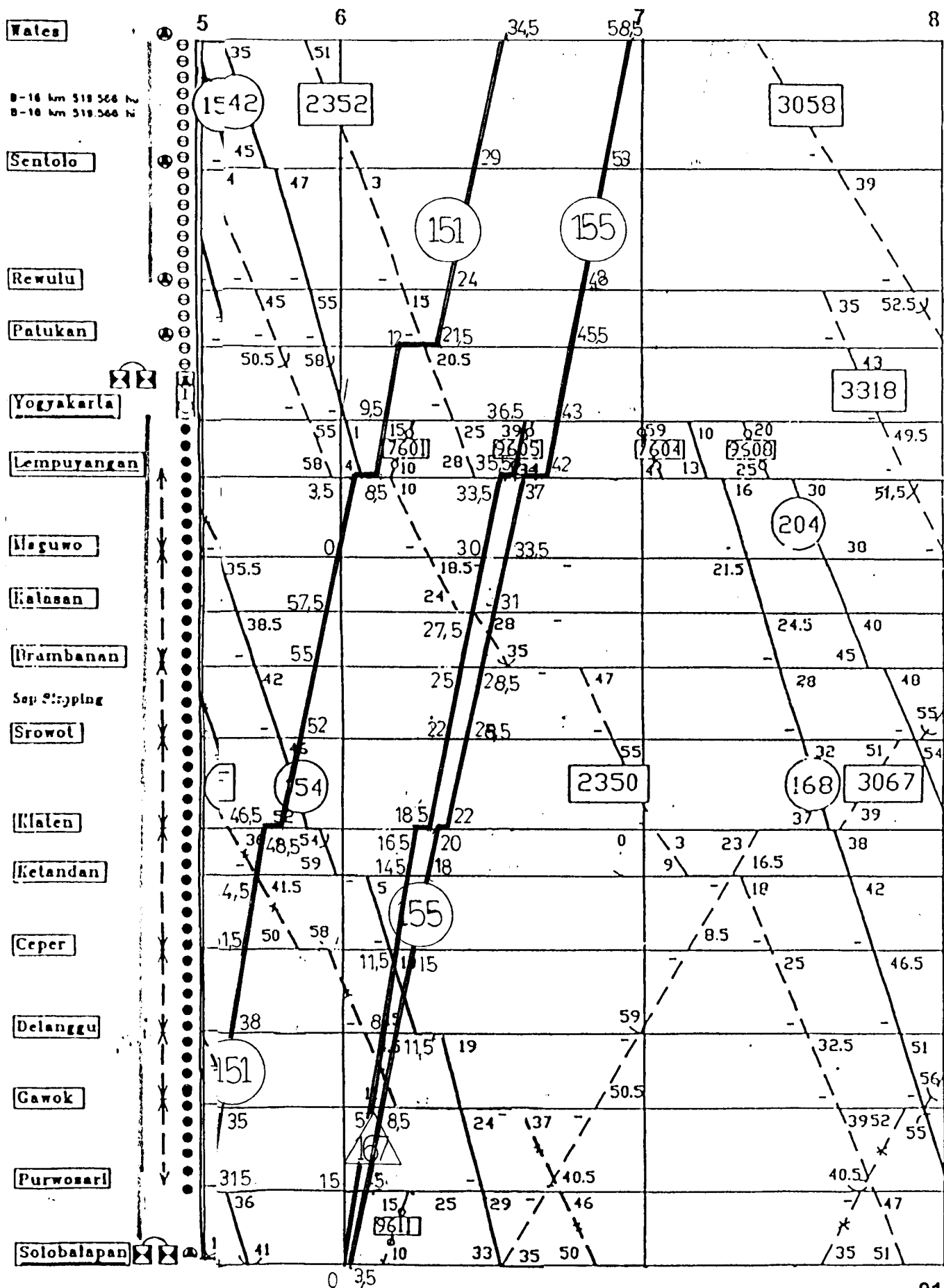
Grafik Perjalanan Kereta Api DAOP VI *existing* menunjukkan data jarak antar seksi, waktu tempuh, dan waktu tunda berbagai kereta api yang beroperasi di Daerah Operasi VI. Analisis GAPEKA *existing* mencakup analisis waktu tempuh (TT) dan waktu tunda (DT) dan total waktu tempuh KA.

Analisis GAPEKA *existing* mengenai waktu tempuh (TT) dan waktu tunda (DT) diilustrasikan secara mikro dengan mengambil sampel pola pergerakan KA. Nomor 151 di Koridor Solo Balapan – Wates pada pukul 05.00 WIB sampai dengan pukul 08.00 WIB. Konsep pemilihan koridor dan kereta sampel ini adalah bahwa Koridor Solo Balapan – Wates merupakan koridor yang mayoritas seksi – seksi pada koridor ini direncanakan mempunyai jalur rel ganda parsial. Pemilihan KA. CISADANE (KA. Nomor 151) sebagai kereta sampel pada analisis ini karena pola pergerakan KA ini mengalami banyak mengalami *crossing* yang menyebabkan waktu tunda pada kondisi jalur rel tunggal.

Contoh analisis waktu tempuh (TT) dan waktu tunda (DT) KA. Nomor 151 berdasarkan pada Grafik 5.2 berikut ini :

Pasca Jalur Rel Ganda Parsial

_____ = KA. Nomor Ganjil
 _____ = KA. Penumpang
 - - - - - = KA. Barang



Metode dan langkah analisis waktu tempuh (TT), waktu tunda (DT), dan total waktu tempuh KA. CISADANE (KA. Nomor 151) adalah sebagai berikut :

a. Waktu Tempuh (TT)

Langkah awal analisis waktu tempuh adalah perekaman waktu tempuh.

Metode perekaman waktu tempuh diilustrasikan dengan mengambil sampel seksi Solo Delanggu – Ceper. Pada Grafik 5.2 di bagian Pra Jalur Rel Ganda Parsial (*existing*) terlihat KA. CISADANE (KA. Nomor 151) meninggalkan Stasiun Delanggu pada pukul 05.50 WIB (pada GAPEKA *existing* dinotasikan dengan angka 50) dan sampai di Stasiun Ceper pukul 05.58 (pada GAPEKA *existing* dinotasikan dengan angka 58). Angka 50 dan 58 menunjukkan menit ke-n dari pukul 05.00 WIB. Selisih kedua angka diatas dapat menunjukkan waktu tempuh KA.CISADANE (KA. Nomor 151) untuk Seksi Delanggu – Ceper.

Contoh perhitungan waktu tempuh KA. CISADANE (KA. Nomor 151) untuk menempuh Seksi Delanggu – Ceper adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Waktu tempuh KA. CISADANE (Delanggu – Ceper)} &= 58 - 50 \\ &= 8 \text{ menit}\end{aligned}$$

b. Waktu Tunda (DT)

Metode perekaman waktu tunda diilustrasikan dengan mengambil sampel pada Stasiun Ceper. Pada Grafik 5.2 di bagian Pra jalur Rel

Ganda Parsial (*existing*) terlihat KA. CISADANE (KA.Nomor 151) berhenti di Stasiun Ceper pada pukul 05.56 WIB (pada GAPEKA *existing* dinotasikan dengan angka 56) dan meninggalkan Stasiun Ceper pukul 05.58 (pada GAPEKA *existing* dinotasikan dengan angka 58). Angka 56 dan 58 berada pada posisi ordinat yang sama, hal ini menunjukkan bahwa KA. CISADANE (KA. Nomor 151) berhenti pada Stasiun Ceper. Angka 56 dan 58 menunjukkan menit ke-n dari pukul 05.00 WIB. Selisih kedua angka diatas dapat menunjukkan waktu tunda KA. CISADANE (KA. Nomor 151) di Stasiun Ceper.

Contoh perhitungan waktu tempuh KA. CISADANE (KA. Nomor 151) untuk menempuh Seksi Delanggu – Ceper adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Waktu tunda KA. CISADANE}_{(\text{Ceperi})} &= 58 - 56 \\ &= 2 \text{ menit}\end{aligned}$$

b. Total Waktu Tempuh Perjalanan

Konsep analisis GAPEKA *existing* adalah bahwa total waktu tempuh perjalanan adalah penjumlahan komulatif waktu tempuh ($TT = \text{travel time}$) dan komulatif waktu tunda ($DT = \text{delay time}$) dengan mendasarkan pada pola pergerakan KA pada jalur rel tunggal. Analisis ini mengasumsikan bahwa waktu tunda ($DT = \text{delay time}$) meliputi waktu berhenti kerana persilangan (*crossing*) dan waktu berhenti untuk menaikturunkan penumpang. Analisis total waktu tempuh KA. CISADANE (KA.Nomor 151) dalam melintasi lintasan Solo Balapan –

Wates berdasarkan GAPEKA Pra Jalur Rel Ganda Parsial (*existing*) seperti terlihat pada Grafik 5.2. Total waktu tempuh dan waktu tunda KA. CISADANE Koridor Solo Balapan – Wates ditampilkan pada Tabel 5.19 di depan. Tabel 5.19 menunjukkan bahwa total waktu tempuh KA. CISADANE dalam menempuh Koridor Solo Balapan – Wates adalah 119 menit (terlihat pada kolom TT KA. Nomor 151, baris keempat dari bawah) dan total waktu tunda selama 16 menit (terlihat pada kolom DT, baris keempat dari bawah). Masing – masing angka 82 dan 16 ini diperoleh dengan menjumlahkan angka – angka yang menyatakan waktu tempuh per seksi sepanjang Solo Balapan – Wates (kolom TT pada kelompok kolom KA. Nomor 151) dan waktu tunda pada stasiun sepanjang Solo Balapan – Wates (kolom DT pada kelompok kolom KA. Nomor 151).

Contoh hitungan total waktu tempuh perjalanan KA. CISADANE (KA. Nomor 151) Koridor Solo Balapan - Wates adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total waktu tempuh KA. CISADANE (Solo Balapan – Wates)} &= 82 + 16 \\ &= 98 \text{ menit} \end{aligned}$$

Metode perhitungan waktu tempuh per seksi dan waktu tunda di stasiun serta total waktu tempuh per koridor lainnya analog dengan metode perhitungan diatas.

Resume rekaman waktu tempuh, waktu tunda dan total waktu tempuh

KA. CISADANE (KA. Nomor 151) Koridor Solo Balapan – Wates berdasarkan GAPEKA *existing* dapat dilihat pada Tabel 5.30 sebagai berikut :

Tabel 5.30 Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. CISADANE (KA. Nomor 151) Koridor Solo Balapan – Wates berdasarkan GAPEKA *existing*

SEKSI	JARAK ANTAR SEKSI (km)	KA. CISADANE	
		NO.KA. 151	
		DT (menit)	TT (menit)
Slo. Balapan - Purwosari	2.936		5
Purwosari - Gawok	6.639	2	6
Gawok - Delanggu	5.543		5
Delanggu - Ceper	6.268	2	7
Ceper - Ketandan	5.481	1	5.5
Ketandan - Klaten	3.801	2	3.5
Klaten - Srowot	6.378		6
Srowot - Brambanan	5.85	2	5
Brambanan - Kalasan	4.158		5
Kalasan - Maguwo	4.046		3
Maguwo - Lempuyangan	6.14		6
Lempuyangan - YK	1.277	7	3
YK - Patukan	4.341		3
Patukan - Rewulu	4.579		3.5
Rewulu - Sentolo	9.041		6.5
Sentolo - Wates	10.145		9
TOTAL	86.623	16	82

Metode analisis GAPEKA *existing* untuk KA penumpang nomor ganjil di DAOP VI lainnya analog dengan metode analisis KA. CISADANE diatas.

5.2.4 Analisis GAPEKA *redesign*

Analisis GAPEKA *redesign* pada dasarnya bisa dianalogkan dengan analisis GAPEKA *existing*. Konsep GAPEKA *redesign* mendasarkan pada

mekanisme pola pergerakan kereta pada Jalur Rel Ganda Parsial (*Partly Double Track*) dan optimalisasi waktu tempuh perjalanan KA dengan cara menghilangkan atau melimitasi terjadinya *crossing* yang menyebabkan waktu tunda, tanpa mengesampingkan pengaruh waktu menaikturunkan penumpang. Konsep peningkatan kecepatan tempuh kereta juga diupayakan mendekati kecepatan 120 km / jam (kecepatan maksimum jalur rel kelas I). Lintasan utama (lin raya) DAOP VI yang membentang antara Walikukun – Kutoarjo merupakan jalur rel kelas I. Sebagai sampel analisis diambil Koridor Solo Balapan – Wates dengan kereta sampel KA. CISADANE (KA. Nomor 151) pada pukul 5.00 WIB sampai dengan 8.00 WIB, seperti terlihat pada Grafik 5.2 di bagian Pasca Jalur Rel Ganda Parsial (*redesign*). Proses analisis waktu tempuh, waktu tunda, dan total waktu perjalanan KA. CISADANE (KA. Nomor 151) berdasarkan GAPEKA *redesign* analog dengan perhitungan pada analisis GAPEKA *existing*.

Resume analisis waktu tempuh, waktu tunda, dan total waktu tempuh KA. CISADANE (KA. Nomor 151) berdasarkan GAPEKA *redesign* terlihat pada Tabel 5.31 berikut ini :

**Tabel 5.31 Waktu Tempuh dan Waktu Tunda KA. Cisadane
(KA. Nomor 151) Koridor Solo Balapan – Wates
Berdasarkan GAPEKA *redesign***

SEKSI	JARAK ANTAR SEKSI (km)	KA. CISADANE	
		NO.KA. 151	
		DT	TT
		(menit)	(menit)
Slo. Balapan - Purwosari	2.936		1.5
Purwosari - Gawok	6.639		3.5
Gawok - Delanggu	5.543		3
Delanggu - Ceper	6.268	2	3.5
Ceper - Ketandan	5.481		3
Ketandan - Klaten	3.801		2
Klaten - Srowot	6.378		3.5
Srowot - Brambanan	5.85		3
Brambanan - Kalasan	4.158		2.5
Kalasan - Maguwo	4.046		2.5
Maguwo - Lempuyangan	6.14		3.5
Lempuyangan - YK	1.277	5	1
YK - Patukan	4.341		2.5
Patukan - Rewulu	4.579	9.5	2.5
Rewulu - Sentolo	9.041		5
Sentolo - Wates	10.145		5.5
TOTAL	86.623	- 16.5	48

Komparasi resume waktu tempuh, waktu tunda, dan total waktu tempuh KA. CISADANE (KA. Nomor 151) Koridor Solo Balapan – Wates pada Tabel 5.30 (dengan referensi GAPEKA *existing*) dan Tabel 5.31 (dengan referensi GAPEKA *existing*) ditampilkan pada Tabel 5.32 berikut ini :

Tabel 5.32 Komparasi Waktu Tempuh, Waktu Tunda, dan Total Waktu Tempuh KA. CISADANE Pra dan Pasca Jalur Rel Ganda Parsial Koridor Solo Balapan – Wates

SEKSI	KA. CISADANE / NO.KA 151			
	Jalur Rel Tunggal		Jalur Rel Ganda Parsial	
	DT (menit)	TT (menit)	DT (menit)	TT (menit)
Slo. Balapan - Purwosari		5		1.5
Purwosari – Gawok	2	6		3.5
Gawok – Delanggu		5		3
Delanggu – Ceper	2	7	2	3.5
Ceper – Ketandan	1	5.5		3
Ketandan – Klaten	2	3.5		2
Klaten – Srowot		6		3.5
Srowot – Brambanan	2	5		3
Brambanan - Kalasan		5		2.5
Kalasan – Maguwo		3		2.5
Maguwo – Lempuyangan		6		3.5
Lempuyangan - YK	7	3	5	1
YK – Patukan		3		2.5
Patukan – Rewulu		3.5	9.5	2.5
Rewulu – Sentolo		6.5		5
Sentolo – Wates		9		5.5
TOTAL	16	82	16,5	48

Table 5.32 diatas menunjukkan bahwa dengan penerapan jalur rel ganda parsial pada Koridor Solo Balapan – Yogyakarta dan Koridor Rewulu – Wates menyebabkan penurunan waktu tempuh perjalanan Solo Balapan – Wates dari 82 menit menjadi 48 menit. Waktu tunda KA mengalami peningkatan sebesar 0,5 menit dari 16 menit menjadi 16.5menit, tetapi apabila kita memeperhitungkan total waktu tempuhnya maka akan menunjukkan penurunan yang cukup berarti yaitu 98 menit (82 menit + 16 menit) menjadi 64.5 menit (48 menit + 16.5 menit). Efisiensi total waktu tempuh perjalanan

yang dicapai KA.CISADANE dari kondisi pra menuju pasca penerapan jalur rel ganda parsial adalah 33,5 menit (98 menit – 64,5 menit).

Metode analisis GAPEKA *redesign* untuk KA penumpang nomor ganjil di DAOP VI lainnya analog dengan metode analisis KA.CISADANE diatas.

Komparasi resume analisis waktu tempuh, waktu tunda dan total waktu tempuh KA. penumpang nomor ganjil di DAOP VI secara global ditampilkan pada Tabel 5.33 sampai dengan Tabel 5.39 berikut ini :

5.2.5 Analisis Waktu Kaitannya dengan Penerapan Jalur Rel ganda Parsial (*Partly Double Track*)

Pembangunan jalur rel ganda parsial pada lintasan Solo Balapan – Yogyakarta dan lintasan Rewulu - Wates mempunyai salah satu segi positif disamping meningkatkan kapasitas lintas, yaitu segi pengurangan waktu perjalanan kereta api yang melintasi jalur tersebut. Pada kondisi jalur rel tunggal waktu total perjalanan KA tercepat melintasi lintasan Walikukun – Kutoarjo di DAOP VI dicapai oleh KA.Argo Wilis total waktu tempuh 127,5 menit atau 2 jam 7,5 menit (berdasarkan resume analisis total waktu tempuh KA. Ekspres Spesial untuk kondisi pra jalur rel ganda parsial pada Tabel 5.33). KA.Argo Wilis mempunyai notabene merupakan salah satu dari kelompok KA penumpang prioritas nomor satu. Komparasi analisis dilakukan terhadap salah satu kereta penumpang yang paling rendah levelnya, yaitu KA.Cepat Purbaya.Total waktu tempuh perjalanan KA.Cepat Purbaya dari Walikukun – Kutoarjo adalah 282 menit atau 4 jam 42 menit (berdasarkan

resume analisis total waktu tempuh KA. Cepat Ekonomi untuk kondisi pra jalur rel ganda parsial pada Tabel 5.39). Angka ini menunjukkan bahwa waktu tempuh kereta api cepat kelas ekonomi jauh lebih panjang daripada KA. Ekspres Spesial, kurang lebih dua kali lipatnya.

Selisih waktu perjalanan diatas bukan merupakan permasalahan yang besar apabila kita menilik terhadap tarif perjalanan kedua level kereta tersebut. Karena penumpang kereta ekspres membeli tiket jauh lebih mahal, maka wajar apabila mendapatkan pelayanan waktu perjalanan lebih singkat, dan tentunya didukung dengan fasilitas lainnya. Namun apabila kita berbicara mengenai sistem operasional kereta api yang ideal, dimana waktu tempuh untuk semua level kereta hampir sama, dan level KA hanya dibedakan berdasarkan perbedaan fasilitas yang diperoleh penumpang, maka beda waktu perjalanan yang drastis diatas merupakan suatu problem yang harus diselesaikan.

Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial diharapkan mampu mempersingkat waktu perjalanan total dengan mengurangi atau menghilangkan persilangan antar kereta yang saling bersilangan disamping meningkatkan kecepatan kereta. Komparasi waktu tempuh dan waktu tunda pra dan pasca pembangunan jalur rel ganda parsial Lintasan Walikukun - Kutoarjo ditabelkan pada Tabel 5.33 sampai dengan Tabel 5.39 berikut ini :

Tabel 5.33 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) dalam Satuan Menit

SEKSI	EKSPPRES SPESIAL													
	JALUR REL TUNGGAH							JALUR REL GANDA PARSIAL						
	17			21				19			21			
	DT	TT	DT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	DT	TT	DT	TT
Wukun - K. barterg				9										6.5
K. Barteng - K. Romo				4.5										3.5
K. Romo - Sragen				4										3
Sragen - Masaran				7										4.5
Masaran - Kemin				6.5										4.5
Kemin - Palur				3.5										2.5
Palur - Solo Kota				3										2.5
Solo Kota - Slo Balapan				2										1.5
Slo. Balapan - Purwosari	4		4	3	2.5	5	4			1.5	5	1.5	5	1.5
Purwosari - Gwok	4		5		4		5			3.5		3.5		3.5
Gwok - Delanggu	4		3.5		3.5		4			3		3		3
Delanggu - Ceper	4		4.5		4		4.5			3.5		3.5		3.5
Ceper - Ketandan	4		4		3.5		4.5			3		3		3
Ketandan - Klaten	2		2		2.5		3			2		2		2
Klaten - Sronowot	5		5.5		4.5		5			3.5		3.5		3.5
Sronowot - Brambanan	3		3.5		4.5		4			3		3		3
Brambanan - Kalasan	3		3		3		3.5			2.5		2.5		2.5
Kalasan - Maguwo	3		3		2.5		3			2.5		2.5		2.5
Maguwo - Lempuyangan	4		4		3.5		4.5			3.5		3.5		3.5
Lempuyangan - YK	2		2		2		4			1		1		1
YK - Patukan	5		4	6	4	5	8			5	5	2.5	5	2.5
Patukan - Rawulu	3		3.5		3		6.5			5		5		5
Rawulu - Sentolo	7		6.5		7		7.5			5.5		5.5		5.5
Sentolo - Wates	8		7.5		7.5		5.5			3.5	5	3.5		3.5
Wates - Kedundang	5		5.5		5.5		5			3.5	3.5	3.5		3.5
Kedundang - Wojo	4		5		5		6			4.5	4.5	4.5	6	4.5
Wojo - Jenar	6		6		6		5.5			4	4	4		4
Jenar - Montelan	6		4		4		4.5			3	3	6.5	3	3
Montelan - Kutoarjo	4		6		6		4.5			4.5	21.5	95	20	95
TOTAL	5	89	6	92	5	127.5	8	137	22.5	66.5	8.5	75	116.5	115
Waktu Total Perjalanan	94			98				145				89		

Tabel 5. 34 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) dalam Satuan Menit

Tabel 5. 34 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) dalam Satuan Menit																								
EKSPRES EKSEKUTIF - BISNIS																								
SEKSI	JALUR REL TUNGGAL												JALUR REL GANDA PARSIAL											
	65			77			79			91			65			77			79			91		
	DT	TT		DT	TT		DT	TT		DT	TT		DT	TT		DT	TT		DT	TT		DT	TT	
		9																						
WKulon - K.banteng		4.5																						
K.Banteng - K.Romo		4																						
K.Romo - Sragen		6.5																						
Sragen - Masaran		6.5																						
Masaran - Kemiri		3.5																						
Kemiri - Palur		3																						
Palur - Solo Kota		3																						
Solo Kota - Slo.Balapan																								
Slo. Balapan - Purwosari	6	4					4																	
Purwosari - Gawok		5					5																	
Gawok - Delanggu		4					4																	
Delanggu - Ceper		4.5					3.5																	
Ceper - Ketandan		4.5					4.5																	
Ketandan - Klaten		3					4																	
Klaten - Srowot		5					2																	
Srowot - Brambanan		4					4																	
Brambanan - Kalasan		3.5					3.5																	
Kalasan - Maguwo		3					3																	
Maguwo - Lempuyangan		4.5					4.5																	
Lempuyangan - YK		2					2																	
YK - Patukan	8	4					4																	
Patukan - Remulu		3.5					3.5																	
Remulu - Sentolo		6.5					6.5																	
Sentolo - Wates		7.5					9																	
Wates - Kedundang		5.5					6.5																	
Kedundang - Wojo		5					5																	
Wojo - Jenar		6					6																	
Jenar - Montelan		5.5					5.5																	
Montelan - Kutoarjo		5.5					5																	
TOTAL	14	136	11	99	13	110	99	8	112	95	87	15	99.5	5	71.5	78	66.5	11.5	65	3	5	61	66	
Waktu Total Perjalanan		150											114.5											

102

Tabel 5.35 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) dalam Satuan Menit

EKSPPRES EKSEKUTIF - BISNIS

JALUR REL GANDA PARSIAL

SEKSI	JALUR REL TUNGGAL										JALUR REL GANDA PARSIAL									
	93		95		97		99		103		93		95		97		99		103	
	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT
W.Kulon - K.Banteng		9																		
K.Banteng - K.Romo		4.5																		
K.Romo - Sragen		4																		
Sragen - Masaran		6.5																		
Masaran - Kemiri		6.5																		
Kemiri - Palur		3.5																		
Palur - Solo Kota		3																		
Solo Kota - Slo.Balapan		3																		
Slo.Balapan - Purwosari	6	4																		
Purwosari - Gawok		5																		
Gawok - Delanggu		4																		
Delanggu - Cepur		4.5																		
Cepur - Ketandan		3																		
Ketandan - Klaten		5																		
Klaten - Sromot		4																		
Sromot - Brambanan		3.5																		
Brambanan - Kalasan		3																		
Kalasan - Maguwo		4.5																		
Maguwo - Lempuyangan		2																		
Lempuyangan - YK		13																		
YK - Patukan		4																		
Patukan - Revulu		3.5																		
Revulu - Sentolo		6.5																		
Sentolo - Wates		7.5																		
Wates - Kedundang		5.5																		
Kedundang - Wojo		5																		
Wojo - Jenar		6																		
Jenar - Montelan		5.5																		
Montelan - Kutoarjo		4.5																		
TOTAL	19	135	2	50.5	0	48	48	48	48	48	19	135	2	50.5	0	48	48	48	48	48
Waktu Total Perjalanan		154		52.5		48	48	48	48	48		154		52.5		48	48	48	48	48

SEKSI

Tabel 5.36 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) dalam Satuan Menit

EKSPRES BISNIS (KOMUTER)

JALUR REL GANDA PARSIAL

JALUR REL TUNGGAL

JALUR REL GANDA PARSIAL

JALUR REL TUNGGAL

SEKSI	167		169		171		173		167		169		171		173	
	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT
Wukun - K. banteng																
K. Banteng - K. Romo																
K. Romo - Sragen																
Sragen - Masaran																
Masaran - Kemiri																
Kemiri - Palur																
Palur - Solo Kota																
Solo Kota - Slo. Balapan																
Slo. Balapan - Purwosari	2	5	6	3	5	6	1	5.5	6	1.5	3.5	3	3.5	3	3.5	3
Purwosari - Gawok																
Gawok - Delanggu																
Delanggu - Cepur																
Cepur - Ketandan																
Ketandan - Klaten																
Klaten - Srowot																
Srowot - Brambanan																
Brambanan - Kalasan																
Kalasan - Maguwo																
Maguwo - Lempuyangan																
Lempuyangan - YK																
YK - Patukan																
Patukan - Remulu																
Remulu - Sentolo																
Sentolo - Wates																
Wates - Kedundang																
Kedundang - Wojo																
Wojo - Jenar																
Jenar - Montelan																
Montelan - Kutoarjo																
TOTAL	5	52	7	52	7	52	7	52	15	57	4	32.5	4	32.5	4	32.5
Waktu Total Perjalanan	57		59		59		59		72		36.5		36.5		36.5	

Tabel 5.37 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) dalam Satuan Menit

SEKSI	JALUR REL TUNGGAL										JALUR REL GANDA PARSIAL			
	135		137		139		141		135		137		139	
	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT
W.Kukun - K.Baneng		10		9.5										
K.Baneng - K.Romo		6		5										
K.Romo - Sragen	6	6		4.5					2	4.5	2	4.5		
Sragen - Masaran	2	7.5		8.5						4.5		2.5		
Masaran - Kemin		6.5		7.5						2.5		2.5		
Masaran - Kemin		3.5		4						1.5		1.5		
Kemin - Palur		3		3.5						1.5		1.5		
Palur - Solo Kota		3.5		3						1.5		1.5		
Solo Kota - Slo.Balapan		5		4			5			3.5		3.5		
Slo.Balapan - Purwosari	9	5		5		5	6			3		3		
Purwosari - Gawok	4	6		4			5			3.5		3.5		
Gawok - Delanggu		5		4		3	6			3		3		
Delanggu - Cepur		4.5		4.5		3	5.5			2		2		
Cepur - Ketandan		4.5		4.5		3	4.5			3.5		3.5		
Ketandan - Klaten	2	6		4		3	7			3		3		
Klaten - Srowot		4		5		2	7			2.5		2.5		
Srowot - Brambanan		4		4		3	4.5			2.5		2.5		
Brambanan - Kalasan		3.5		3		3	3			3.5		3.5		
Kalasan - Maguwo		3		5		5.5				1		1		
Maguwo - Lempuyangan		5.5		5		5				5		5		
Lempuyangan - YK	8	3		3		7	3			2.5		2.5		
YK - Patukan		5		4		4	4			2.5		2.5		
Patukan - Remulu		2.5		3.5		3.5	6.5			6.5		6.5		
Remulu - Sertolo		6.5		6.5		7.5	7.5			10		12.5		
Sertolo - Wates	4	17		7.5		6	3			6.5		3.5		
Wates - Kedundang		5		28.5		6.5	5			5		4.5		
Kedundang - Woyo		4.5		5		6	6			6		4		
Woyo - Jenar		5.5		5.5		5.5	5.5			5.5		3		
Jenar - Montelan		5.5		5		5	5			5		3		
Montelan - Kutoarjo		6.5		6.5		11	5			5.5		9		
TOTAL	35	158	28.5	145	26	137	60			120	126.5	75.5		
Waktu Total Perjalanan	193													

Tabel 5.38 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) dalam Satuan Menit

Tabel 5.38 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT) / Garis Sudut																													
EKSPRES EKONOMI																													
JALUR REL GANDA PARSIAL																													
JALUR REL TUNGGAL																													
SEKSI																													
145																													
151																													
153																													
155																													
155																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													
DT																													
TT																													

**Tabel 5.39 Komparasi Waktu Tempuh (TT) dan Waktu Tunda (DT)
dalam Satuan Menit**

SEKSI	CEPAT				EKONOMI			
	JALUR REL TUNGGAL				JALUR REL GANDA PARSIAL			
	201.a		203		201.a		203	
	DT	TT	DT	TT	DT	TT	DT	TT
W.Kukun - K.banteng		13		13		6.5		6.5
K.Banteng - K.Romo		3	9	6		3.5		3.5
K.Romo - Sragen		8		5		3	7.5	3
Sragen - Masaran	2	10	2	9.5	4	4.5	2	4.5
Masaran - Kemiri	4	7.5		7.5		4.5		4.5
Kemiri - Palur		6.5		4		2.5		2.5
Palur - Solo Kota	6	3		4	1.5	2.5	3.5	2.5
Slo Kota - Slo.Balapan		8	2	4		1.5	5	1.5
Slo. Balapan - Purwosari	2	5	9	5	5	1.5		1.5
Purwosari - Gawok	18	5	2	6.5		3.5		3.5
Gawok - Delanggu		5		3.5		3		3
Delanggu - Ceper	11	5.5		8		3.5		3.5
Ceper - Ketandan	2	4.5		5.5		3		3
Ketandan - Klaten	10	4		4.5		2		2
Klaten - Srowot	10	6	2	7	2	3.5	2	3.5
Srowot - Brambanan	2	6		6		3		3
Brambanan - Kalasan		3	2	5		2.5		2.5
Kalasan - Maguwo		4		3.5		2.5		2.5
Maguwo - Lempuyangan		3		3		3.5		3.5
Lempuyangan - YK	7	2			6.5	1		
YK - Patukan		10				2.5		
Patukan - Rewulu		3				2.5		
Rewulu - Sentolo	12	13				5		
Sentolo - Wates		11				5.5		
Wates - Kedundang		9			2	3.5		
Kedundang - Wojo		4				3.5		
Wojo - Jenar	2	6				4.5		
Jenar - Montelan		8				4		
Montelan - Kutoarjo		3				3		
TOTAL	103	179	28	107.5	21	95	20	60
Waktu Total Perjalanan		282		136		116		80

5.2.6 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil di DAOP VI berdasarkan Total Waktu Tempuh Perjalanan

Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial pada Koridor Solo Balapan – Yogyakarta dan Koridor Rewulu – Wates membawa pengaruh terhadap total waktu tempuh perjalanan masing – masing kereta nomor ganjil yang melintasi lintasan di DAOP VI. Komparasi resume rekaman total waktu tempuh pra dan pasca penerapan jalur rel ganda parsial pada Tabel 5.33 sampai dengan Tabel 5.39 secara global menunjukkan adanya penurunan waktu tempuh perjalanan KA. Penurunan waktu tempuh perjalanan KA ini berlaku untuk semua level dan kelas KA. penumpang nomor ganjil yang melintasi lintasan di DAOP VI. Beberapa KA. mengalami penurunan total waktu tempuh secara drastis, sementara yang lainnya hanya mengalami penurunan total waktu perjalanan yang tidak begitu berarti. Kondisi penurunan total waktu tempuh perjalanan yang tidak linear ini menyebabkan terjadinya perubahan kelompok KA. Sebagian kelompok KA. mengalami peningkatan level, dan sebagian lainnya mengalami penurunan level.

Klasifikasi KA. nomor ganjil di DAOP VI didasarkan pada perubahan total waktu tempuh perjalanan akibat penerapan jalur rel ganda parsial yang terlihat pada Tabel. 5.33 sampai dengan Tabel 5.39 baris terakhir (paling bawah). Konsep dasar klasifikasi KA di DAOP VI adalah membuat urutan total waktu tempuh dari KA. tercepat sampai KA. terlambat, kemudian mengkomparasikannya dengan sistem segmentasi *existing* yang

dikeluarkan PT. KAI. Jumlah peningkatan dan penurunan level dan kelas disesuaikan dengan jumlah KA dalam setiap level dan kelasnya sesuai dengan segmentasi *existing*, misalnya pada segmentasi *existing* jumlah KA. Ekspres Spesial adalah 4 KA, maka dalam segmentasi *redesign* jumlah KA. Ekspres Spesial 4 KA, juga walaupun mungkin posisi level dan kelas KA. Ekspres Spesial digantikan oleh KA. yang mempunyai level dan kelas lain. Alasan pengambilan jumlah KA. dalam setiap level dan kelasnya sama dengan segmentasi *existing* adalah karena dalam Tugas Akhir ini hanya membahas segmentasi berdasarkan total waktu tempuh perjalanan KA. di DAOP VI, tidak melibatkan faktor – faktor lain, seperti kecenderungan penumpang untuk menggunakan KA. dengan level dan kelas tertentu, atau mungkin pertimbangan finansial yang berkaitan dengan *income* PT. KAI. Asumsi yang digunakan dalam analisis ini adalah bahwa segmentasi *existing* versi PT. KAI sudah optimal.

Analisis klasifikasi KA. penumpang nomor ganjil di DAOP VI dilakukan dengan analisis total waktu tempuh perjalanan KA per koridor, dimulai dari stasiun ujung timur di DAOP VI (Stasiun Walikukun) atau dari stasiun pemberangkatan (misalnya Stasiun Solo Balapan, Stasiun Solo Balapan, atau Stasiun Tugu) menuju stasiun ujung barat di DAOP VI (Stasiun Kutoarjo). Maksud analisis klasifikasi dilakukan dengan sistem koridor adalah untuk menghindari adanya variasi total waktu tempuh untuk beberapa seksi –

tertentu. Sebagai permisalan ada Kereta A dan Kereta B sama – sama berangkat dari Stasiun X menuju Stasiun Y dengan waktu yang berlainan. Antara Stasiun X dan Y ada Stasiun Z. Total waktu tempuh KA untuk Seksi X - Z mungkin Kereta A lebih cepat dari Kereta B sehingga Kereta A mengalami kenaikan level KA berdasarkan total waktu tempuhnya, tetapi untuk Seksi Z – Y kondisinya belum tentu sama seperti pada Seksi X – Z. Kondisi ini mungkin juga terjadi sebaliknya, yaitu berlaku pada Kereta B. Analisis klasifikasi KA. pasca penerapan jalur rel ganda parsial mempertimbangkan kemungkinan terjadinya kondisi di atas, maka dari itu dalam analisis ini dibuat sistem analisis per koridor seperti yang ditampilkan pada Table 5. 40 sampai dengan Tabel 5.44 sebagai berikut :

Tabel 5.40 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil Berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA pada Koridor Walikukun - Kutoarjo

No.	No. KA	Relasi	Nama KA	Level dan Kelas KA <i>existing</i>	Waktu Tempuh Perjalanan <i>Redesign</i> (menit)	Level dan Kelas KA <i>redesign</i>
1.	93	Sgu – Bd	Mutiara Selatan	Ekspres Eks/ Bis	105	Ekspres Spesial
2.	103	Sgu – Jak	Jaya Baya	Ekspres Eks/ Bis	109	Ekspres Spesial
3.	65	Sgu – Bd	Turangga	Ekspres Eks/ Bis	114.5	Ekspres Eks/ Bis
4.	153	Kd – Bd	Kahuripan	Ekspres Ekonomi	153	Ekspres Eks/ Bis
5.	63	Sgu – Jak	Bima	Ekspres Spesial	114.5	Ekspres Ekonomi
6.	201 A	Sb – Pwt	Purbaya	Cepat Ekonomi	116	Ekspres Ekonomi
7.	21	Sgu – Bd	Argo Willis	Ekspres Spesial	116.5	Ekspres Ekonomi
8.	135	Sgu – Psn	GBM Selatan	Ekspres Ekonomi	120	Ekspres Ekonomi
9.	137	MI – Psn	Matarmaja	Ekspres Ekonomi	126.5	Ekspres Ekonomi
10	145	Sgu – Bd	Pasundan	Ekspres Ekonomi	130	Ekspres Ekonomi
11	155	Mn – Bd	Cisadane	Ekspres Ekonomi	130.5	Ekspres Ekonomi

Tabel 5.41 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil Berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA pada Koridor Walikukun - Yogyakarta

No	No. KA	Relasi	Nama KA	Level dan Kelas KA <i>existing</i>	Waktu Tempuh Perjalanan (menit)	Level dan Kelas KA <i>redesign</i>
1.	91	Sgu – YK	Sancaka	Ekspres Eks/ Bis	95	Ekspres Eks/ Bis
2.	203	Bw – Lpn	Sri Tanjung	Cepat Ekonomi	135.5	Cepat Ekonomi

Tabel 5.42 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil Berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA pada Koridor Solo Balapan - Kutoarjo

No	No. KA	Relasi	Nama KA	Level dan Kelas KA <i>existing</i>	Waktu Tempuh Perjalanan (menit)	Level dan Kelas KA <i>redesign</i>
1.	77	Slo – Gmr	Senja Utama Slo	Ekspres Eks/ Bis	71,5	Ekspres Spesial
2.	19	Slo – Gmr	Argo Dwipangga	Ekspres Spesial	75	Ekspres Spesial
3.	139	Slo – Thb	Bengawan	Ekspres Ekonomi	75,5	Ekspres Eks/ Bis
4.	79	Slo – Bd	Mataram	Ekspres Eks/ Bis	78	Ekspres Eks/ Bis
5.	17	Slo – Gmr	Argo Lawu	Ekspres Spesial	89	Ekspres Eks/ Bis
6.	151	Slo – Psn	Tirtonadi	Ekspres Ekonomi	112	Cepat Ekonomi

Tabel 5.43 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil Berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA pada Koridor Yogyakarta - Kutoarjo

No	No. KA	Relasi	Nama KA	Level dan Kelas KA <i>existing</i>	Waktu Tempuh Perjalanan (menit)	Level dan Kelas KA <i>redesign</i>
1.	97	YK – Gmr	Senja Utama YK I	Ekspres Eks/Bis	34	Ekspres Eks/Bis
2.	99	YK – Gmr	Fajar Utama YK	Ekspres Eks/Bis	41,5	Ekspres Eks/Bis
3.	141	Lpn – Psn	Empujaya	Ekspres Ekonomi	42	Ekspres Eks/Bis

Tabel 5.44 Klasifikasi KA. Penumpang Nomor Ganjil Berdasarkan Waktu Tempuh Perjalanan KA di DAOP VI Pra dan Pasca Penerapan Jalur Rel Ganda Parsial dengan Ruang Lingkup Pergerakan KA pada Koridor Solo Balapan - Yogyakarta

No	No. KA	Relasi	Nama KA	Level dan Kelas KA <i>existing</i>	Waktu Tempuh Perjalanan (menit)	Level dan Kelas KA <i>redesign</i>
1.	167	Slo - YK	Prameks I	EkspresBis/ komuter	36,5	EkspresBis/ komuter
2.	169	Sk - YK	Prameks III	EkspresBis/ komuter	36,5	EkspresBis/ komuter
3.	171	Sk - YK	Prameks V	EkspresBis/ komuter	36,5	EkspresBis/ komuter
4.	173	Sk - YK	Prameks VII	EkspresBis/ komuter	36,5	EkspresBis/ komuter

Metode penyusunan dan pembacaan tabel – tabel tentang proses klasifikasi di atas diuraikan sebagai berikut :

1. Kolom 1 sampai dengan kolom 5 pada Tabel 5.40 sampai dengan Tabel 5.44 merupakan rekaman data segmentasi *existing* PT. KAI seperti terlampir pada Lampiran VI-6 dan Lampiran VI-7.
2. Total waktu tempuh masing – masing KA pasca penerapan jalur rel ganda parsial ditampilkan pada kolom 6 (Tabel 5.40 – Tabel 5.44), dengan urutan total waktu tempuh perjalanan dari yang KA. tecepat sampai KA. paling lambat. Total waktu tempuh ini merupakan rekaman resume total waktu tempuh perjalanan KA pada Tabel 5.33 sampai dengan Tabel 5.39.
3. Jumlah  masing – masing level dan kelas KA. dicari dengan mengelompokkan KA. berdasarkan segmentasi *existing* seperti pada kolom 4 (Tabel 5.40 – Tabel 5.44). Hasil pengelompokkan KA. berdasarkan segmentasi *existing* menunjukkan bahwa jumlah KA. untuk

setiap level dan kelasnya adalah sebagai berikut :

- a. KA. Ekspres Spesial sebanyak 4 KA.
 - b. KA. Ekspres Eksekutif / Bisnis sebanyak 13 KA.
 - c. KA. Ekspres Ekonomi sebanyak 7 KA.
 - d. KA. Cepat Ekonomi sebanyak 2 KA.
4. Mengelompokkan KA. berdasarkan urutan total waktu tempuh masing – masing KA. dan disesuaikan dengan jumlah KA untuk setiap levelnya seperti pada point 3. Pengelompokkan ini terlihat pada kolom 7 (Tabel 5.40 – Tabel 5.44).

Komparasi antara kolom 5 dan kolom 7 (Tabel 5.40 - Tabel 5.44) menunjukkan bahwa pada kondisi pasca penerapan jalur rel ganda parsial KA. Mutiara Selatan (KA. nomor 93) mengalami kenaikan level dari KA. Ekspres Eksekutif / Bisnis menjadi KA. Ekspres Spesial.

Metode klasifikasi dengan analisis peningkatan dan penurunan level KA. nomor ganjil di DAOP VI analog dengan kasus pada KA. Mutiara Selatan di atas.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis-analisis diatas dan mengingat tujuan penulisan tugas akhir ini, maka kami menyimpulkan hal – hal sebagai berikut ini :

1. Analisis Kuisisioner dengan menggunakan Analisis Statistik Regresi, menunjukkan bahwa responden (penumpang KA. penumpang nomor ganjil di DAOP VI) menginginkan lama waktu *crossing* dan ketidaknyamanan karena keterlambatan kereta dikurang. Pengurangan kedua faktor tersebut merupakan realisasi usaha mempersingkat total waktu tempuh perjalanan dan peningkatan kualitas pelayanan moda KA.
2. Biaya total perjalanan dipengaruhi oleh beberapa variabel. Secara garis besar variabel yang berpengaruh tersebut adalah lama waktu perjalanan (termasuk lama waktu persilangan), tarif perjalanan, dan kenyamanan (kenyamanan di stasiun maupun di atas KA). Variabel – variabel tersebut berpengaruh terhadap biaya total perjalanan secara keseluruhan, namun mempunyai proporsi yang berbeda untuk setiap

4. KA. Purbaya, dengan koefisien determinasi terbesar 0,5201

$$Y = 2,9013 + 0,2278 x_1 - 0,0069 x_2 - 0,1990 x_3 + 0,4561 x_4 \\ - 0,3531 x_5 + 0,0709 x_6 - 0,2792 x_7 - 0,1755 x_8$$

- 4 . Hasil Analisis Kapasitas Lintas di DAOP VI menyatakan bahwa Koridor Solo Balapan – Yogyakarta dan Koridor Rewulu – Wates merupakan lintasan kritis, yaitu lintasan yang kapasitas lintas per seksinya lebih kecil dari frekuensi KA yang beroperasi dipresentasikan pada Tabel 5.28).
- 5 . Hasil analisis waktu tempuh, waktu tunda, dan total waktu tempuh perjalanan KA. penumpang nomor ganjil di DAOP VI dengan mereveransi pada GAPEKA *existing* menunjukkan bahwa selisih waktu tempuh antar KA. sangat besar. Perbedaan itu bisa dilihat pada komparasi KA. Purbaya dengan KA. Argo Wilis di Tabel 5. 17 dan Tabel 5. 29.
- 6 . Hasil analisis waktu tempuh, waktu tunda, dan total waktu tempuh perjalanan KA. penumpang nomor ganjil di DAOP VI dengan mereferensi pada GAPEKA *redesign* menunjukkan penerunan total waktu tempuh perjalanan secara keseluruhan . Penurunan total waktu tempuh perjalanan itu bisa dilihat pada Tabel 5. 33 dan Tabel 5. 39.
- 7 . Pembangunan dua jalur rel ganda parsial sepanjang Koridor Solo Balapan – Yogyakarta dan Koridor Rewulu – Wates akan memberikan beberapa nilai positif sebagai berikut :

jenis maupun kelas kereta api. Pada KA. Argo Lawu dan KA. Purbaya variabel yang paling berpengaruh terhadap biaya total perjalanan adalah variabel ketidaknyamanan karena keterlambatan kereta (X_4), sedangkan untuk KA. Logawa dan KA. Pasundan adalah variabel lama waktu *crossing* (X_3).

- 3 Hasil pemodelan biaya total perjalanan dengan Persamaan Regresi terhadap kereta sampel (KA. Argolawu, KA. Logawa, KA. Pasundan dan KA. Purbaya) menunjukkan bahwa variabel prediktor secara bersamaan mempunyai keeratan hubungan dalam memprediksi variabel kriterium (biaya total perjalanan). Resume pemodelan biaya total perjalanan KA. sampel seperti yang dipresentasikan pada Tabel : 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 adalah sebagai berikut :

1. KA. Argo Lawu, dengan koefisien determinasi terbesar 0,6703

$$Y = 3,2721 + 0,1634 x_1 - 0,3424 x_2 - 0,2424 x_3 - 0,5598 x_4 + 0,1754 x_5 + 0,1153 x_6 - 0,0423 x_7 + 0,1305 x_8$$

2. KA. Logawa, dengan koefisien determinasi terbesar 0,7028

$$Y = 0,5296 + 0,3589 x_1 - 0,0549 x_2 + 0,3740 x_3 - 0,0138 x_4 - 0,0388 x_5 - 0,1038 x_6 - 0,0721 x_7 + 0,0102 x_8$$

3. KA. Pasundan, dengan koefisien determinasi terbesar 0,6941

$$Y = 3,4421 + 0,1220 x_1 + 0,2036 x_2 - 0,3463 x_3 - 0,1850 x_4 - 0,0476 x_5 + 0,0683 x_6 - 0,3772 x_7 + 0,2108 x_8$$

- a. Kapasitas lintas per seksi disepanjang koridor jalur rel ganda parsial DAOP VI mengalami peningkatan sekitar 3 kali lipat.
(dipresentasikan pada Tabel 5.28).
- b. Total waktu tempuh perjalanan KA penumpang nomor ganjil untuk melintasi lintasan di DAOP VI bisa dipersingkat karena *crossing* yang terjadi bisa dilimitasi dan kecepatan operasi KA. bisa dinaikkan mendekati kecepatan maksimal (dipresentasikan pada Tabel 5.33 sampai Tabel 5. 39).

6.2 Saran

1. Modifikasi jadwal pergerakan KA. di DAOP VI perlu dilakukan untuk menghindari terjadinya *crossing* yang terlalu lama.
2. Sistem pengelompokan pergerakan KA. berdasarkan kecepatannya perlu diterapkan untuk mengurangi frekuensi *crossing* antar KA.
3. Segmentasi berdasarkan pelayanan terhadap penumpang KA masih tetap harus dipertahankan, walaupun total waktu tempuh diusahakan bisa menurun secara keseluruhan.
4. Penambahan jalur rel ganda parsial untuk Seksi Lempuyangan – Yogyakarta perlu dilaksanakan, tidak karena kapasitas lintas seksi ini lebih kecil daripada frekuensinya, tetapi karena jarak antar dua stasiun ini yang terlalu dekat sehingga rawan akan terjadinya waktu tunda.

5. Pada lintasan di luar jalur rel ganda parsial masih memungkinkan terjadinya persilangan, maka sistem pembagian tingkat (*level*) masih harus dipertahankan (dipresentasikan pada Lampiran VI-6, Lampiran VI- 7, Lampiran VI-8).
6. Perlu adanya penambahan waktu berhenti KA No. 3067 selama 18 menit di Stasiun Rewulu untuk melokalisasi lokasi persilangan dengan KA. No 145 dari Seksi Kedundang – Wojo (jalur rel tunggal) menuju jalur rel ganda parsial pada Koridor Rewulu – Wates (dipresentasikan pada Lampiran VI – 8).
7. Perlu adanya penambahan waktu berhenti KA No. 2353 selama 14 menit di Stasiun Rewulu untuk menghindari persilangan dengan KA No. 201.A dari Seksi Wates - Kedundang yang masih mempunyai jalur rel tunggal.
8. Penelitian tentang kapasitas waktu tempuh perjalanan KA. dengan penerapan Jalur Rel Ganda Parsial (*Partly Double Track*) di DAOP VI, masih memungkinkan untuk diteliti lebih lanjut misalnya dengan menganalisis GAPEKA berdasarkan KA. nomor genap, struktur *track*, maupun tinjauan ekonomis dan finansial berkaitan dengan penerapan jalur rel ganda parsial di DAOP VI.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.H. Ghareib, Evaluation of Logit and Probit Models in Choice Situation, Jurnal of Transportation Engineering.
2. C.V Forinash dan F.S. Kopellman, 1993, Aplication and Interpretation of Nested Logit Models of Intercity Mode Choice, Transportation Record 1413.
3. Ferdinand Rudolf, 1998, Analisis Jalur Rel Ganda Parsial koridor Bandung – Jakarta, ITB Bandung.
4. Oly Norojono, 1990, Kajian Teoritik Pengaruh Waktu Perjalanan terhadap angkutan Umum, Media Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
5. O.Z. Tamin, 1997, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Penerbit ITB Bandung.
6. Singgih Santoso, 1998, Statistik Bisnis dengan Microsoft Excel, Elex Media Competindo, Jakarta
7. Suwardjoko Warpani, 1990, Merencanakan Sistem Perangkutan, Penerbit ITB Bandung.
8. Sutrisno Hadi, 1983, Analisis Regresi, Yayasan Penerbitan Fakultas Psikologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

DAFTAR ISTILAH

- GAPEKA *existing* = GAPEKA yang digunakan untuk mengatur pergerakan kereta api oleh PT. KAI pada saat ini.
- GAPEKA *redesign* = GAPEKA *existing* yang telah dimodifikasi dengan penambahan suatu sistem pengoperasian yang baru (dalam Tugas Akhir ini *redesign* GAPEKA berdasarkan jalur rel ganda parsial)
- Kereta model = kereta yang mempunyai waktu tempuh tercepat dalam melintasi suatu koridor yang merupakan perwakilan masing – masing level dan kelas dalam analisis operasional.
- Kereta nomor ganjil = kereta yang bergerak dari hilir ke hulu (kereta yang bergerak dari arah timur (Walikukun) menuju arah barata (Kutoarjo) di DAOP VI)
- Koridor = Jalur rel kereta api yang terdiri dari seksi – seksi.
- Seksi = Jalur rel kereta api diantara dua stasiun.
- Segmen = Jalur rel kereta api gabungan dari beberapa seksi yang mempunyai frekuensi KA yang sama.