

Analisis Pola Operasi Lalu Lintas Kereta Api Pada Stasiun Berjalur Empat dan Enam dengan Metode *Conflict Rate*

Dian M. Setiawan¹, diansetiawanm@ft.umy.ac.id

Program Studi Teknik Sipil¹, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

ABSTRAK

Pembangunan jalur kereta api (KA) ganda lintas layanan Sembawa-Betung merupakan salah satu rute rencana dari proyek Trans Sumatera Railways dalam pengembangan jaringan jalur KA di Pulau Sumatera untuk angkutan penumpang dan barang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola operasi jalur KA ganda lintas layanan Sembawa – Betung, diantaranya mengenai tipikal tata letak dan panjang efektif tiap-tiap jalur stasiun, pengelolaan lalu lintas KA di stasiun, potensi rute-rute perjalanan KA yang dapat terbentuk, terpakai, dan berkonflik, serta hitungan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan menggunakan metode *Conflict Rate*, disimpulkan bahwa pemanfaatan rute beserta frekuensi KA yang dilayani di Stasiun Sembawa, Stasiun Pangkalan Balai dan Stasiun Suak Tapeh mendekati batas maksimal konflik yang diizinkan sehingga akan meningkatkan peluang terjadinya kecelakaan apabila dilakukan penambahan jumlah KA yang dilayani tanpa adanya pembangunan jalur KA baru di stasiun. Sedangkan pemanfaatan rute beserta frekuensi KA yang dilayani di Stasiun Betung masih jauh dari batas maksimal konflik yang diizinkan, sehingga masih dapat dilakukan penambahan jumlah KA yang dilayani tanpa perlu dilakukan pembangunan jalur KA baru di stasiun.

Kata Kunci: *Conflict Rate*, frekuensi KA, trek KA, pola operasi, stasiun

ABSTRACT

The Sembawa-Betung double rail track is one of the planned routes of the Trans Sumatra Railways project in Sumatra Island dedicated to passenger and goods transportation. This study aims to analyze the train operating systems of Sembawa - Betung double rail track, that consist of the effective length and the typical layout of rail track, train traffic management, the potential of train travel routes that can be formed, used and conflicted, and the calculation of routes loading level on the train frequency. Based on the analysis conducted using the Conflict Rate method, it can be summarized that the route utilization along with trains frequency served at Sembawa Station, Pangkalan Balai Station and Suak Tapeh Station almost reaches the maximum level of allowable conflict so it may increase the probability of train accidents if there is an additional number of trains served without the construction of additional rail track at the station. On another side, the route utilization, along with the frequency of the trains served at Betung Station, is still far below the maximum limit of allowable conflict, so that there is a possibility to increase the frequency of the trains without the need for additional rail track at the station.

Keywords: Conflict rate, train frequency, rail track, train operation systems, train stations.

1 PENDAHULUAN

Pembangunan proyek KA Trans Sumatera (Trans Sumatera Railways) merupakan proyek jangka panjang pemerintah pusat dalam pembangunan infrastruktur jalur KA di wilayah Sumatera. Proyek ini akan menghubungkan jalur KA eksisting dari Nangroe Aceh Darussalam, Sumatera Barat, Sumatera Utara, Sumatera Selatan dan Lampung sepanjang 2.168 kilometer. Salah satu bagian dari rencana pembangunan jalur kereta api yang tertuang di dalam RIPNAS 2030 ialah pembangunan jalur KA ganda lintas layanan Sembawa-Betung

sepanjang 32,79 kilometer (Peraturan Menteri Perhubungan No. 43, 2011).

Salah satu bagian penting dalam pembangunan jalur KA ialah perencanaan pola operasi berupa penyusunan konsep pedoman dan rincian operasi KA (Saputra et al., 2020). Hal-hal pokok yang menjadi bagian di dalamnya antara lain jenis pengangkutan KA, jumlah KA per hari, panjang rangkaian KA, kecepatan maksimum KA, lokasi, fungsi, kelas, dan kegiatan di stasiun, petak jalan, layout emplasemen di stasiun, kapasitas lintas, fasilitas operasi dan hubungan blok (Kuswati et al.,

2011; Setiawan, 2016a; Setiawan et al., 2015; Setiawan, 2016b).

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No. 23 (2007) tentang Perkeretaapian pada Bab VI Penyelenggaraan, dijelaskan bahwa fasilitas operasi KA merupakan salah satu dari prasarana perkeretaapian umum dan perkeretaapian khusus selain jalur dan stasiun KA. Untuk angkutan penumpang maupun angkutan barang, pengoperasian KA, fasilitas sarana-prasarana, pola sirkulasi dan tata ruang di stasiun, serta ketepatan jadwal KA perlu diperhitungkan secara efektif dan efisien sesuai dengan kebutuhan untuk memenuhi kepuasan pengguna jasa (Afriyana, 2017; Fatharani & Triana, 2018; Utomo & Harjono, 2019; Pramana et al., 2019; de Carvalho et al., 2020; Rachman & Sunardi, 2020; Jumardi et al., 2020). Perencanaan pola operasi KA adalah penyusunan konsep rencana operasi yang digunakan sebagai pedoman dalam pengaturan lalu lintas KA. Operasi perjalanan KA ditentukan oleh jumlah KA yang dioperasikan setiap hari kerja, kesiapan tenaga kerja penunjang yang melayani perjalanan KA, frekuensi perjalanan KA yang perlu ditunjang oleh jumlah sepur yang memadai di masing-masing stasiun, dan perangkat persinyalan (Setiawan, 2016b).

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Perhubungan No. 33 (2011) tentang Jenis, Kelas dan Kegiatan di Stasiun KA, stasiun KA merupakan prasarana KA sebagai tempat pemberangkatan dan pemberhentian kereta. Persyaratan penempatan lokasi stasiun telah dijelaskan dalam Peraturan Menteri No. 29 (2011) tentang Persyaratan Teknis Bangunan Stasiun KA. Lokasi pembangunan stasiun KA harus sesuai dengan pola operasi perjalanan KA, menunjang operasional sistem perkeretaapian, tidak mengganggu lingkungan, serta memiliki tingkat keselamatan dan keamanan berdasarkan ketentuan yang berlaku (Kuswati, 2012).

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 (2012) tentang Persyaratan Teknis Jalur KA, Persyaratan Tata Letak, Tata Ruang dan Lingkungan meliputi persyaratan peruntukan lokasi, pengalokasian ruang, dan pengendalian dampak lingkungan. Peruntukan lokasi dalam pembangunan jalur KA harus sesuai dengan rencana trase jalur KA yang sudah ditetapkan. Pengalokasian ruang jalur KA diperlukan untuk kepentingan perencanaan dan pengoperasian.

Panjang jalur efektif menurut Peraturan Dinas No. 10 (1986) adalah jalur aman penempatan rangkaian

sarana KA dari kemungkinan terkena senggolan pergerakan KA atau langsiaran yang berasal dari jalur sisi sebelah menyebelahnya. Jalur efektif dapat dibatasi oleh sinyal, patok bebas wesel, bantalan putih, rambu batas berhenti KA, ataupun track sirkuit. Panjang jalur KA di emplasemen paling sedikit tidak kurang dari rangkaian KA terpanjang yang lewat di lintas itu.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola operasi jalur KA ganda lintas layanan Sembawa – Betung, diantaranya mengenai tipikal tata letak dan panjang efektif tiap-tiap jalur stasiun, pengaturan lalu lintas KA di stasiun, potensi rute-rute perjalanan KA yang dapat terbentuk, terpakai, dan berkonflik, serta hitungan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA. Selain itu, penelitian ini juga bermaksud untuk mengetahui hubungan antara jumlah jalur KA dengan nilai *Conflict Rate* dan potensi frekuensi KA yang dapat dilayani oleh sebuah stasiun.

2 METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini terletak di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Pembangunan jalur KA ganda lintas layanan Sembawa - Betung di Kabupaten Banyuasin direncanakan akan melewati empat stasiun antara lain Stasiun Sembawa, Stasiun Pangkalan Balai, Stasiun Suak Tapeh, dan Stasiun Betung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Tahapan-tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait yang berwenang. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data sekunder untuk kebutuhan analisis pola operasi jalur ganda KA.

Menurut Pahl (2004) dan Setiawan et al. (2015), Rute-rute perjalanan KA dapat diklasifikasikan menjadi tiga (3). Pertama ialah rute yang terbentuk, merupakan rute yang dibuat agar tidak terjadi persilangan dan penyusulan. Kedua ialah rute terpakai, merupakan rute yang terpakai dari rute yang terbentuk. Ketiga merupakan rute berkonflik, yaitu rute yang mengalami konflik atau persilangan.

Metode analisis *Conflict Rate* dikembangkan untuk membandingkan variasi rancangan susunan sistem interlocking yang kompleks di stasiun menggunakan tabel definisi pergerakan KA, dimana semua rute direpresentasikan dengan baris dan kolom seperti yang dicontohkan pada Gambar 2. Sedangkan Gambar 3 menunjukkan notasi asal-tujuan rute. Rumus perhitungan *Conflict Rate* dapat dilihat pada Persamaan 1, yang merupakan

perbandingan antara jumlah kombinasi rute berkonflik dengan jumlah total kombinasi rute yang dapat terbentuk (Setiawan et al., 2015). Jenis konflik yang dimaksud adalah *Self correlation* (S), yaitu hubungan antara 2 KA yang bergerak dari asal yang sama dan tujuan yang sama. *Convergen* (C) adalah hubungan antara 2 KA yang bergerak dari asal yang berbeda, tetapi tujuan yang sama. *Divergen* (D) adalah hubungan antara 2 KA yang

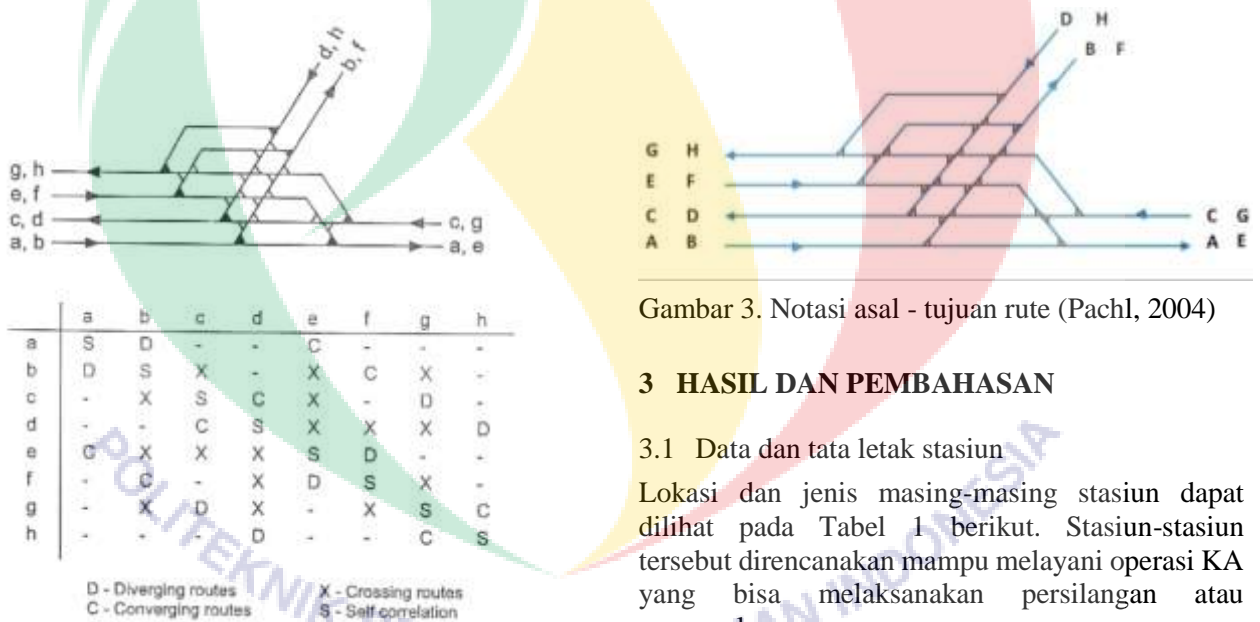
bergerak dari asal yang sama, tetapi tujuan yang berbeda. Sedangkan *Crossing* (X) adalah hubungan antara 2 KA yang bergerak dari asal yang berbeda dan juga tujuan yang berbeda atau rute saling bersilang (Pachl, 2004; Setiawan et al., 2015; dan Setiawan et al., 2018). Selain itu, rumus perhitungan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA dapat dilihat pada Persamaan 2.



Gambar 1. Peta Wilayah Studi Perencanaan (Peraturan Menteri Perhubungan No. 43, 2011).

$$\text{Conflict Rate (CR)} = \frac{\text{Jumlah kombinasi rute berkonflik}}{\text{Jumlah total kombinasi rute yang dapat terbentuk}} \quad (1)$$

$$\text{Tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA} = \frac{\text{Jumlah KA yang melewati rute yang ditinjau}^2}{\text{Jumlah Total KA yang melewati stasiun}^2} \quad (2)$$



Gambar 2. Tabel rute konflik (Pachl, 2004)

Gambar 3. Notasi asal - tujuan rute (Pachl, 2004)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data dan tata letak stasiun

Lokasi dan jenis masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 1 berikut. Stasiun-stasiun tersebut direncanakan mampu melayani operasi KA yang bisa melaksanakan persilangan atau penyusulan.

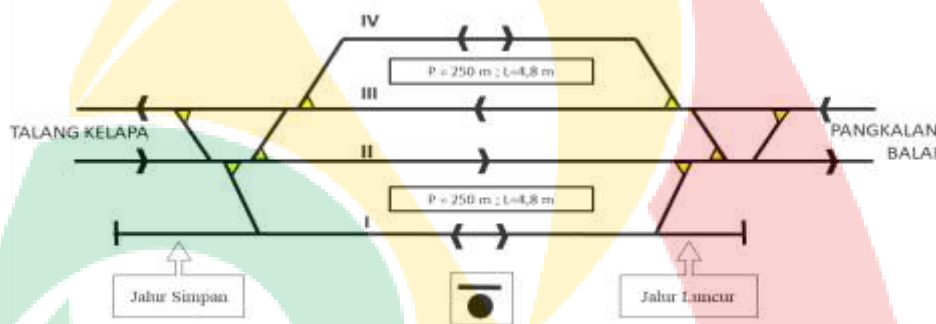
Tabel 1. Daftar nama, letak dan jenis stasiun lintas layanan Sembawa-Betung

No	Nama Stasiun	KM Stasiun	Jenis Stasiun
1	Sembawa	37+700	Penumpang
2	P. Balai	50+700	Penumpang
3	S. Tapeh	61+800	Penumpang
4	Betung	70+485	Penumpang & Barang

Perencanaan operasi pada Stasiun Sembawa dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Perencanaan operasi Stasiun Sembawa

Parameter	Keterangan
Kelas stasiun	Kecil
Jumlah jalur KA	4 jalur
Jumlah jalur simpan	1 jalur
Jumlah jalur luncur	1 jalur



Gambar 4. Layout emplasemen Stasiun Sembawa.

Perencanaan operasi pada Stasiun Pangkalan Balai dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Perencanaan operasi Stasiun Pangkalan Balai

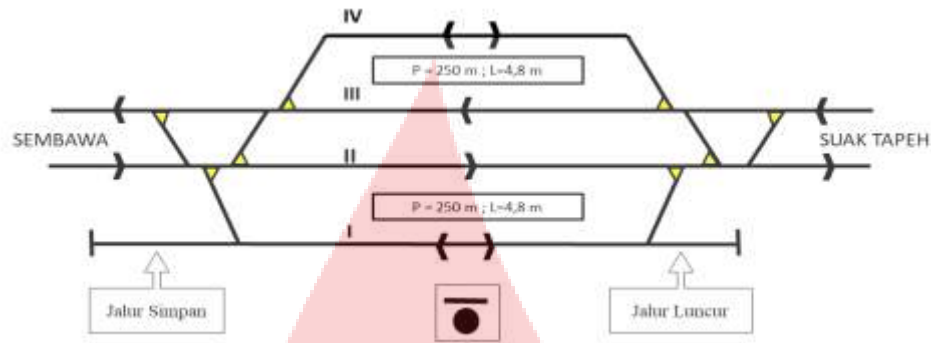
Parameter	Keterangan
Kelas stasiun	Kecil
Jumlah jalur KA	4 jalur
Jumlah jalur simpan	1 jalur
Jumlah jalur luncur	1 jalur

Pola operasi pada Stasiun Pangkalan Balai ialah sebagai berikut. Jalur I merupakan jalur sayap, diutamakan KA berhenti dari arah Stasiun Sembawa ke Stasiun Suak Tapeh, dan merupakan

Pola operasi pada Stasiun Sembawa ialah sebagai berikut. Jalur I merupakan jalur sayap, diutamakan untuk KA berhenti dari arah Stasiun Talang Kelapa ke Stasiun Pangkalan Balai, serta merupakan jalur yang mampu melayani KA dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Talang Kelapa. Jalur II merupakan jalur utama KA, melayani KA dari arah Stasiun Talang Kelapa ke Stasiun Pangkalan Balai, serta diutamakan untuk KA langsung atau KA berhenti tanpa bersilang.

Jalur III merupakan jalur utama KA, melayani KA dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Talang Kelapa, serta diutamakan untuk KA langsung atau KA berhenti tanpa bersilang. Jalur IV merupakan jalur sayap, diutamakan KA berhenti dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Talang Kelapa, serta merupakan jalur yang mampu melayani KA dari arah Stasiun Talang Kelapa pada Stasiun Sembawa. Rencana tata letak jalur pada Stasiun Sembawa ditunjukkan pada Gambar 4.

jalur yang mampu melayani KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Stasiun Sembawa. Jalur II merupakan jalur utama KA, melayani KA dari arah Stasiun Sembawa ke Stasiun Suak Tapeh, dan diutamakan untuk KA langsung atau KA berhenti tanpa bersilang. Jalur III merupakan jalur utama KA, melayani KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Stasiun Sembawa, dan diutamakan untuk KA langsung atau KA berhenti tanpa bersilang. Jalur IV merupakan jalur sayap, diutamakan KA berhenti dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Stasiun Sembawa, dan merupakan jalur yang mampu melayani KA dari arah Stasiun Sembawa ke Stasiun Suak Tapeh. Rencana tata letak jalur pada Stasiun Pangkalan Balai ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Layout emplasemen Stasiun Pangkalan Balai.

Tabel 4. Perencanaan operasi Stasiun Suak Tapeh

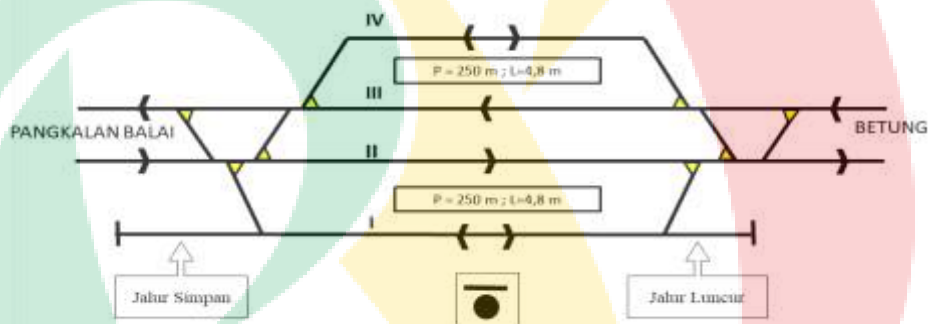
Parameter	Keterangan
Kelas stasiun	Kecil
Jumlah jalur KA	4 jalur
Jumlah jalur simpan	1 jalur
Jumlah jalur luncur	1 jalur

Perencanaan operasi pada Stasiun Suak Tapeh dapat dilihat pada Tabel 4.

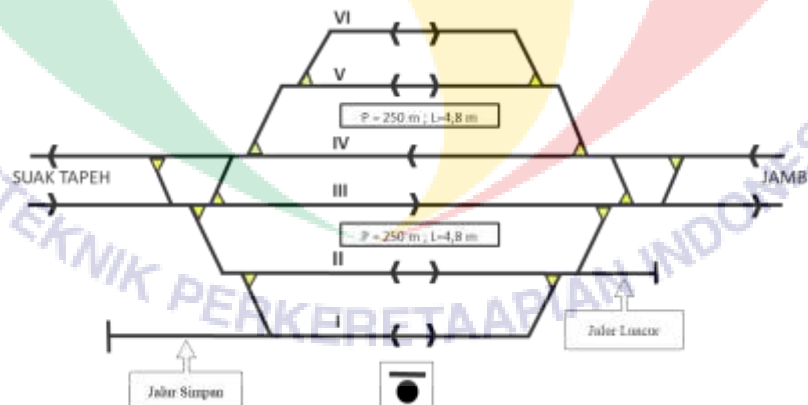
Pola operasi pada Stasiun Suak Tapeh ialah sebagai berikut. Jalur I merupakan jalur sayap, diutamakan KA berhenti dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Betung, serta merupakan jalur yang mampu melayani KA dari arah Stasiun Betung ke Stasiun

Pangkalan Balai. Jalur II merupakan jalur utama KA, melayani KA dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Betung, serta diutamakan untuk KA langsung atau KA berhenti tanpa bersilang.

Jalur III merupakan jalur utama KA, melayani KA dari arah Stasiun Betung ke Stasiun Pangkalan Balai, serta diutamakan untuk KA langsung atau KA berhenti tanpa bersilang. Jalur IV merupakan jalur sayap, diutamakan KA berhenti dari arah Stasiun Betung ke Stasiun Pangkalan Balai, serta merupakan jalur yang mampu melayani KA dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Betung. Rencana tata letak jalur pada Stasiun Suak Tapeh ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Layout emplasemen Stasiun Suak Tapeh.



Gambar 7. Layout emplasemen Stasiun Betung.

Perencanaan operasi pada Stasiun Betung dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perencanaan operasi Stasiun Betung

Parameter	Keterangan
Kelas stasiun	Sedang
Jumlah jalur KA	6 jalur
Jumlah jalur simpan	1 jalur
Jumlah jalur luncur	1 jalur

Pola operasi pada Stasiun Betung ialah sebagai berikut. Jalur I dan Jalur II merupakan jalur sayap, diutamakan KA berhenti dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Jambi, serta merupakan jalur yang mampu melayani KA dari arah Jambi ke Stasiun Suak Tapeh. Jalur III merupakan jalur utama KA, melayani KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Jambi, serta diutamakan untuk KA langsung atau KA berhenti tanpa bersilang.

Jalur IV merupakan jalur utama KA, melayani KA dari arah Jambi ke Stasiun Suak Tapeh, serta diutamakan untuk KA langsung atau KA berhenti tanpa bersilang. Jalur V dan Jalur VI merupakan jalur sayap, diutamakan KA dari arah Jambi ke Stasiun Suak Tapeh, serta merupakan jalur yang mampu melayani KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Jambi. Rencana tata letak jalur pada Stasiun Betung ditunjukkan pada Gambar 7.

3.2 Panjang rangkaian KA dan panjang efektif jalur

Satu rangkaian KA angkutan penumpang pada lintas layanan Sembawa - Betung terdiri dari 1 lokomotif dan 10 gerbong. Perhitungan panjang sepur efektif berdasarkan rangkaian KA penumpang terpanjang sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Panjang tiap lokomotif} &= 17 \text{ m} \\ \text{Panjang tiap gerbong} &= 20 \text{ m} \\ \text{Panjang sepur efektif} &= (1 \times 17) + (20 \times 10) + 20 \\ &= 237 \text{ m} \approx 250 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya, satu rangkaian KA angkutan barang lintas layanan Sembawa - Betung terdiri dari 2 lokomotif dan 60 gerbong. Perhitungan panjang sepur efektif berdasarkan rangkaian KA penumpang terpanjang sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Panjang tiap lokomotif} &= 18 \text{ m} \\ \text{Panjang tiap gerbong} &= 14 \text{ m} \\ \text{Panjang sepur efektif} &= (2 \times 18) + (14 \times 60) + 20 \\ &= 896 \text{ m} \approx 900 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 6. Panjang efektif jalur stasiun lintas layanan Sembawa-Betung

No	Stasiun	Jalur	Panjang Efektif Jalur (m)
1	Sembawa, Pangkalan Balai, Suak Tapeh	I dan IV	250
		II dan III	250
2	Betung	I dan VI	800
		II dan V	900
		III dan IV	900

Berdasarkan hasil analisis tersebut diperoleh panjang efektif jalur untuk rangkaian KA terpanjang seperti pada Tabel 6. Stasiun Betung memiliki panjang efektif jalur paling besar karena stasiun tersebut melayani angkutan barang.

3.3 Pengaturan lalu lintas KA

Pengaturan lalu lintas merupakan salah satu kajian pola operasi untuk menentukan pemilihan jalur yang akan dilewati. Berdasarkan data rencana Grafik Perjalanan KA atau GAPEKA (Direktur Jenderal Perkeretaapian, 2016), dalam sehari lintas Palembang-Betung-Jambi direncanakan akan melayani 22 perjalanan KA dengan rincian 18 perjalanan KA penumpang dan 4 perjalanan KA barang.

Pada Stasiun Sembawa, Stasiun Pangkalan Balai dan Stasiun Suak Tapeh, jumlah perjalanan KA sejumlah 22 perjalanan KA penumpang dan barang. KA angkutan penumpang jarak dekat direncanakan akan melintasi jalur sayap (jalur I dan IV) sebagai tempat pemberhentian. KA angkutan penumpang jarak jauh dan angkutan barang akan melintasi jalur raya (jalur II dan III).

Sedangkan pada Stasiun Betung, jumlah perjalanan KA di stasiun sedang sejumlah 22 perjalanan KA penumpang dan barang. KA angkutan penumpang jarak dekat dan angkutan barang direncanakan akan melintasi jalur sayap (jalur I, II, V dan VI) sebagai tempat pemberhentian. KA angkutan penumpang jarak jauh akan melintasi jalur raya (jalur III dan IV).

3.4 Rute perjalanan KA dan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA

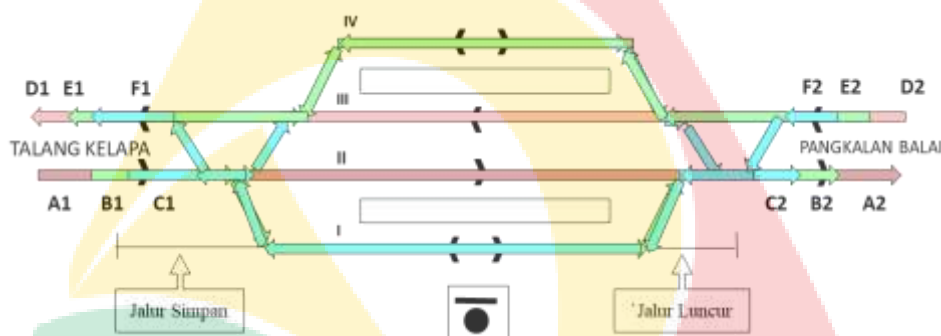
Berkaitan dengan Rute Terbentuk, maka Stasiun Sembawa memiliki 4 jalur dengan 6 rute yaitu sebagai berikut. Rute A, direncanakan sebagai jalur raya yang difungsikan untuk perjalanan KA langsung atau berhenti tanpa bersilang dari arah Stasiun Talang Kelapa menuju Stasiun Pangkalan Balai dengan menggunakan jalur II. Rute B, direncanakan sebagai jalur sayap yang

diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Talang Kelapa ke Stasiun Pangkalan Balai menggunakan jalur I. Rute C, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Talang Kelapa ke Stasiun Pangkalan Balai dengan operasi berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur IV.

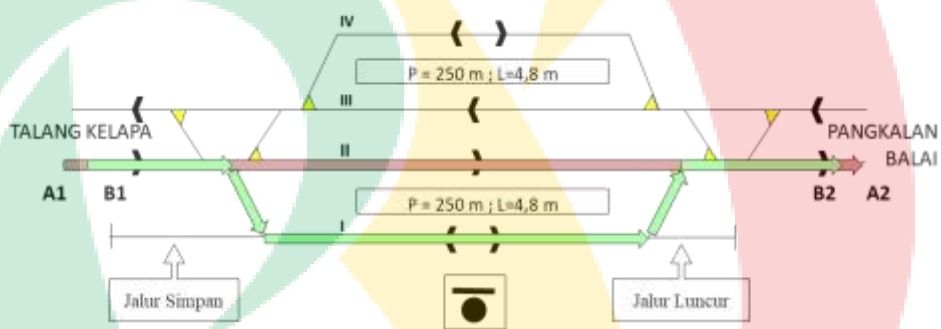
Rute D, direncanakan sebagai jalur raya yang diperuntukkan bagi perjalanan langsung KA dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Talang Kelapa menggunakan jalur III. Rute E, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Talang Kelapa

menggunakan jalur IV. Rute F, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Talang Kelapa dengan operasi berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur I. Notasi asal dan tujuan rute terbentuk pada Stasiun Sembawa ditunjukkan pada Gambar 8.

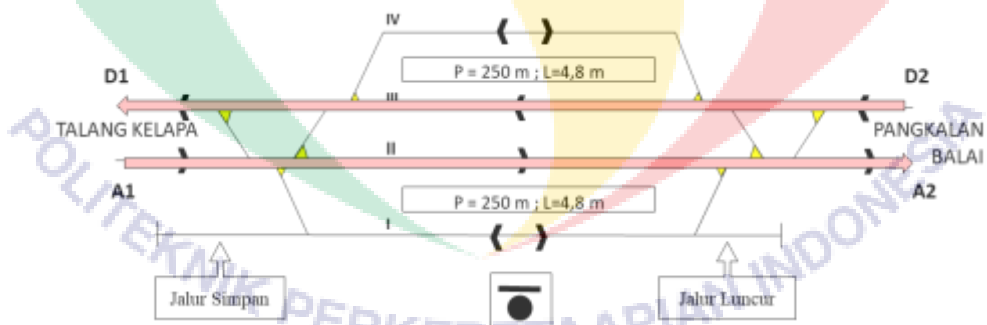
Berkaitan dengan Rute Terpakai, Perencanaan rute terpakai pada Stasiun Sembawa disesuaikan dengan pengaturan lalu lintas berdasarkan GAPEKA serta pertimbangan pemilihan jalur (Peraturan Menteri Perhubungan No 35, 2011). Perjalanan KA di Stasiun Sembawa dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.



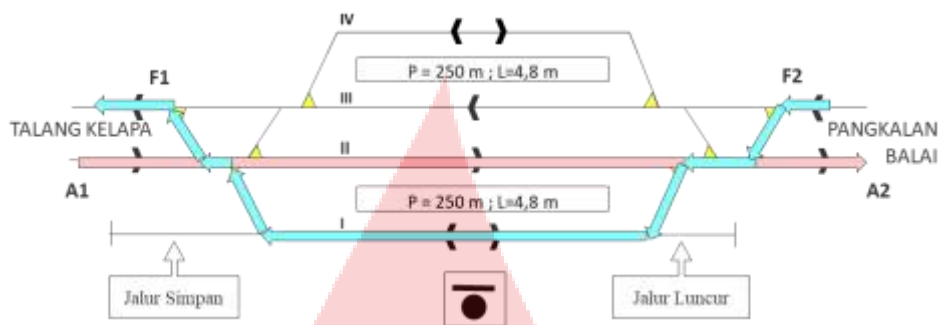
Gambar 8. Notasi asal - tujuan rute Stasiun Sembawa.



Gambar 9. Rute A vs rute B (Divergen).



Gambar 10. Rute A vs rute D (No-Conflict).



Gambar 11. Rute A vs rute F (Crossing).

Tabel 7. Rute terpakai pada Stasiun Sembawa

Rute	Jumlah KA	Nomor KA
A	5	1002, 1004, 2, 12, 14
B	3	M2, M4, M6
C	3	M8, M10, M12
D	5	1001, 1003, 1, 11, 13
E	3	M1, M3, M5
F	3	M7, M9, M11

Tabel 8. Analisis rute berkonflik Stasiun Sembawa

Rute	A	B	C	D	E	F
A	S	D	D	N	N	X
B	D	S	D	N	N	X
C	D	D	S	X	X	X
D	N	N	X	S	D	D
E	N	N	X	D	S	D
F	X	X	X	D	D	S

Berdasarkan Tabel 7, diketahui bahwa rute terpakai perjalanan KA angkutan penumpang dan barang terdapat 6 rute atau semua rute terbentuk merupakan rute terpakai.

Ratio Rute Berkonflik pada Stasiun Sembawa ditunjukkan pada Tabel 8. Rute-rute terkonflik yang terjadi pada rute A yaitu *divergen* yang ditunjukkan pada Gambar 9, *no-conflict* yang ditunjukkan pada Gambar 10, serta *crossing* yang ditunjukkan pada Gambar 11.

Jumlah kombinasi rute berkonflik ialah 28 rute, sedangkan jumlah total kombinasi rute yang dapat terbentuk ialah 36 rute. Sehingga, perhitungan *Conflict Rate* adalah sebagai berikut:

$$\text{Conflict Rate (CR)} = 28/36 \times 100\% = 78\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dapat diperoleh hasil bahwa 78% pergerakan KA saling berkonflik.

Tabel 9. Tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA Stasiun Sembawa

Rute	KA	A	B	C	D	E	F	Jumlah
		5	3	3	5	3	3	22
A	5	0,052	0,031	0,031	-	-	0,031	0,14
B	3	0,031	0,019	0,019	-	-	0,019	0,09
C	3	0,031	0,019	0,019	0,031	0,019	0,019	0,14
D	5	-	-	0,031	0,052	0,031	0,031	0,14
E	3	-	-	0,019	0,031	0,019	0,019	0,09
F	3	0,031	0,019	0,019	0,031	0,019	0,019	0,14
Jumlah	22	0,14	0,09	0,14	0,14	0,09	0,14	0,736

Penjelasan berikut berkaitan dengan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 9, dapat diperoleh nilai tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA pada Stasiun Sembawa sebesar 73,6%

Berkaitan dengan Rute Terbentuk, Stasiun Pangkalan Balai memiliki 4 jalur dengan 6 rute yaitu sebagai berikut. Rute A, direncanakan sebagai jalur raya yang diperuntukkan bagi perjalanan KA langsung atau berhenti tanpa bersilang dari arah Stasiun Sembawa menuju Stasiun Suak Tapeh

dengan menggunakan jalur II. Rute B, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Sembawa menuju Stasiun Suak Tapeh menggunakan jalur I. Rute C, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Sembawa menuju Stasiun Suak Tapeh dengan operasi berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur IV.

Rute D, direncanakan sebagai jalur raya yang diperuntukkan bagi perjalanan langsung KA dari

arah Stasiun Suak Tapeh ke Stasiun Sembawa menggunakan jalur III. Rute E, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Stasiun Sembawa menggunakan jalur IV. Rute F, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Stasiun Sembawa dengan operasi berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur I. Notasi asal dan tujuan rute terbentuk pada Stasiun Pangkalan Balai ditunjukkan pada Gambar 12.

Berkaitan dengan Rute Terpakai, maka berdasarkan Tabel 10 berikut dapat diketahui bahwa rute terpakai perjalanan KA angkutan penumpang dan barang terdapat 6 rute atau semua rute terbentuk merupakan rute terpakai.

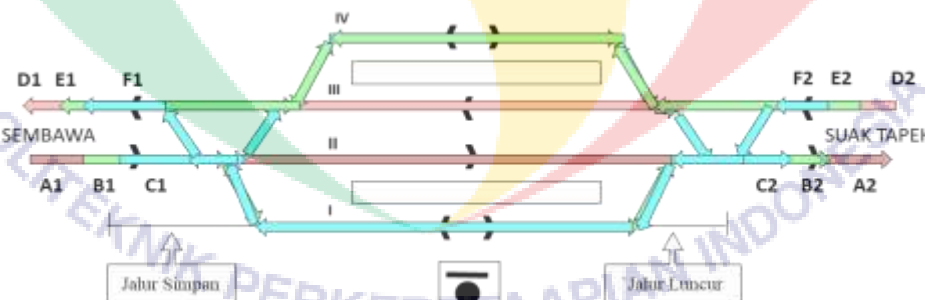
Tabel 10. Rute terpakai pada Stasiun Pangkalan Balai

Rute	Jumlah KA	Nomor KA
A	5	1002, 1004, 2, 12, 14
B	3	M2, M4, M6
C	3	M8, M10, M12
D	5	1001, 1003, 1, 11, 13
E	3	M1, M3, M5
F	3	M7, M9, M11

Ratio Rute Berkonflik pada Stasiun Pangkalan Balai ditunjukkan Tabel 11. Rute-rute terkonflik

Tabel 12. Tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA Stasiun Pangkalan Balai

Rute	KA	A	B	C	D	E	F	Jumlah
		5	3	3	5	3	3	
A	5	0,052	0,031	0,031	-	-	0,031	0,14
B	3	0,031	0,019	0,019	-	-	0,019	0,09
C	3	0,031	0,019	0,019	0,031	0,019	0,019	0,14
D	5	-	-	0,031	0,052	0,031	0,031	0,14
E	3	-	-	0,019	0,031	0,019	0,019	0,09
F	3	0,031	0,019	0,019	0,031	0,019	0,019	0,14
Jumlah	22	0,14	0,09	0,14	0,14	0,09	0,14	0,736



Gambar 12. Notasi asal - tujuan rute Stasiun Pangkalan Balai.

yang terjadi pada rute A yaitu *divergen, no-conflict* dan *crossing*.

Tabel 11. Analisis rute berkonflik Stasiun Pangkalan Balai

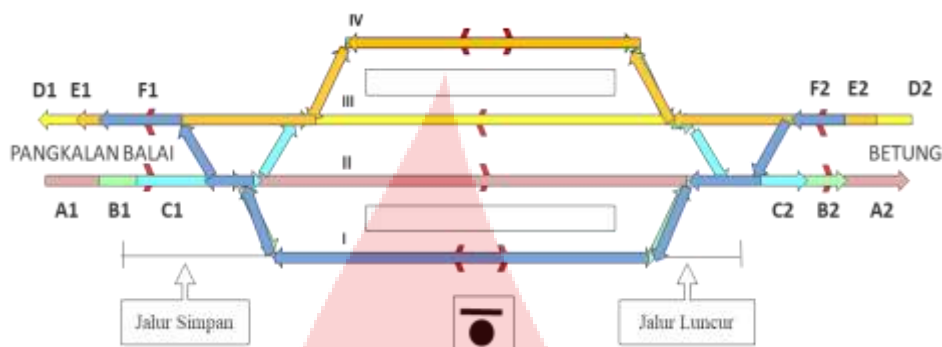
Rute	A	B	C	D	E	F
A	S	D	D	N	N	X
B	D	S	D	N	N	X
C	D	D	S	X	X	X
D	N	N	X	S	D	D
E	N	N	X	D	S	D
F	X	X	X	D	D	S

Jumlah kombinasi rute berkonflik ialah 28 rute, sedangkan jumlah total kombinasi rute yang dapat terbentuk ialah 36 rute. Sehingga, perhitungan *Conflict Rate* adalah sebagai berikut:

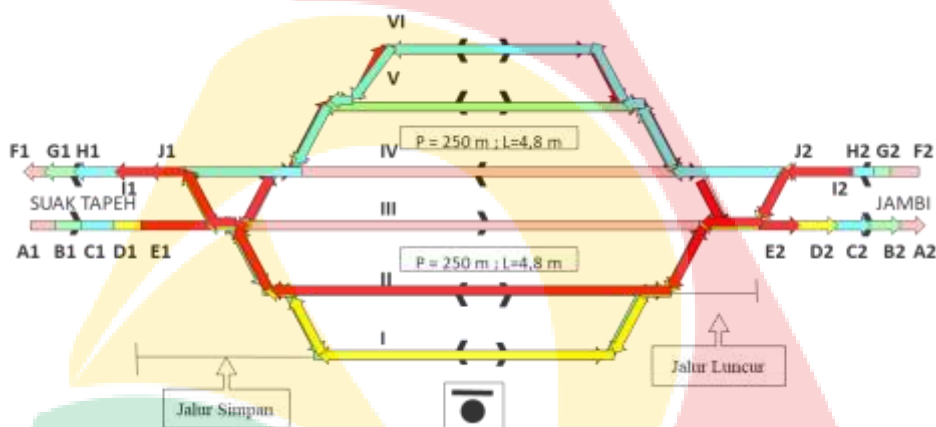
$$Conflict Rate (CR) = 28/36 \times 100\% = 78\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dapat diperoleh hasil bahwa 78% pergerakan KA saling berkonflik.

Penjelasan berikut berkaitan dengan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA. Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 12, dapat diperoleh nilai tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA pada Stasiun Pangkalan Balai sebesar 73,6%.



Gambar 13. Notasi asal - tujuan rute Stasiun Suak Tapeh.



Gambar 14. Notasi asal - tujuan rute Stasiun Betung.

Berkaitan dengan Rute Terbentuk, maka Stasiun Suak Tapeh memiliki 4 jalur dengan 6 rute yaitu sebagai berikut. Rute A, direncanakan sebagai jalur raya yang diperuntukkan bagi perjalanan KA langsung atau berhenti tanpa bersilang dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Betung dengan menggunakan jalur II. Rute B, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Betung menggunakan jalur I. Rute C, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Pangkalan Balai ke Stasiun Betung dengan operasi berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur IV.

Rute D, direncanakan sebagai jalur raya yang diperuntukkan bagi perjalanan langsung KA dari arah Stasiun Betung ke Stasiun Pangkalan Balai menggunakan jalur III. Rute E, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Betung ke Stasiun Pangkalan Balai menggunakan jalur IV. Rute F, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Betung ke Stasiun Pangkalan Balai dengan operasi

berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur I. Notasi asal dan tujuan rute terbentuk pada Stasiun Suak Tapeh ditunjukkan pada Gambar 13.

Berkaitan dengan Rute Terpakai, maka berdasarkan Tabel 13 berikut dapat diketahui bahwa rute terpakai perjalanan KA angkutan penumpang dan barang terdapat 6 rute atau semua rute terbentuk merupakan rute terpakai.

Tabel 13. Rute terpakai pada Stasiun Suak Tapeh

Rute	Jumlah KA	Nomor KA
A	5	1002, 1004, 2, 12, 14
B	3	M2, M4, M6
C	3	M8, M10, M12
D	5	1001, 1003, 1, 11, 13
E	3	M1, M3, M5
F	3	M7, M9, M11

Ratio Rute Berkonflik pada Stasiun Suak Tapeh ditunjukkan pada Tabel 14. Rute-rute terkonflik yang terjadi pada rute A yaitu *divergen*, *no-conflict* dan *crossing*.

Tabel 14. Analisis rute berkonflik Stasiun Suak Tapeh

Rute	A	B	C	D	E	F
A	S	D	D	N	N	X
B	D	S	D	N	N	X
C	D	D	S	X	X	X
D	N	N	X	S	D	D
E	N	N	X	D	S	D
F	X	X	X	D	D	S

Jumlah kombinasi rute berkonflik ialah 28 rute, sedangkan jumlah total kombinasi rute yang dapat terbentuk ialah 36 rute. Sehingga, perhitungan *Conflict Rate* adalah sebagai berikut:

$$Conflict Rate (CR) = 28/36 \times 100\% = 78\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dapat diperoleh hasil bahwa 78% pergerakan KA saling berkonflik.

Penjelasan berikut berkaitan dengan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA. Berdasarkan hasil perhitungan hasil perhitungan Tabel 15, dapat diperoleh nilai tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA pada Stasiun Suak Tapeh sebesar 73,6%.

Penjelasan berikut berkaitan dengan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA. Berdasarkan hasil perhitungan hasil perhitungan Tabel 15, dapat diperoleh nilai tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA pada Stasiun Suak Tapeh sebesar 73,6%.

Tabel 15. Tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA Stasiun Suak Tapeh

Rute	KA	A	B	C	D	E	F	Jumlah
		5	3	3	5	3	3	22
A	5	0,052	0,031	0,031	-	-	0,031	0,14
B	3	0,031	0,019	0,019	-	-	0,019	0,09
C	3	0,031	0,019	0,019	0,031	0,019	0,019	0,14
D	5	-	-	0,031	0,052	0,031	0,031	0,14
E	3	-	-	0,019	0,031	0,019	0,019	0,09
F	3	0,031	0,019	0,019	0,031	0,019	0,019	0,14
Jumlah	22	0,14	0,09	0,14	0,14	0,09	0,14	0,736

Berkaitan dengan Rute Terbentuk, Stasiun Betung memiliki 6 jalur dengan 10 rute yaitu sebagai berikut. Rute A, direncanakan sebagai jalur raya yang diperuntukkan bagi perjalanan KA langsung atau berhenti tanpa bersilang dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Jambi dengan menggunakan jalur III. Rute B, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Jambi menggunakan jalur II. Rute C, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Jambi menggunakan jalur I.

Rute D, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Jambi dengan operasi berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur V. Rute E, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Stasiun Suak Tapeh ke Jambi dengan operasi berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur VI. Rute F, direncanakan sebagai jalur raya yang diperuntukkan bagi perjalanan langsung KA dari arah Jambi ke Stasiun Suak Tapeh

menggunakan jalur IV. Rute G, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Jambi ke Stasiun Suak Tapeh menggunakan jalur V.

Rute H, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Jambi ke Stasiun Suak Tapeh menggunakan jalur VI. Rute I, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Jambi ke Stasiun Suak Tapeh dengan operasi berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur II. Rute J, direncanakan sebagai jalur sayap yang diperuntukkan bagi perjalanan KA dari arah Jambi ke Stasiun Suak Tapeh dengan operasi berhenti (naik-turun penumpang) dalam keadaan darurat menggunakan jalur I. Notasi asal dan tujuan rute terbentuk pada Stasiun Betung ditunjukkan pada Gambar 14.

Berkaitan dengan Rute Terpakai, maka Perjalanan KA di Stasiun Betung dapat dilihat pada Tabel 16 berikut.

Tabel 16. Rute terpakai pada Stasiun Betung

Rute	Jumlah KA	Nomor KA
A	4	1002, 1004, 2, 12
B	3	14, M2, M4
C	2	M6, M8
D	2	M10, M12
E	0	-
F	4	1001, 1003, 1, 11
G	3	13, M1, M3
H	2	M5, M7
I	2	M9, M11
J	0	-

Berdasarkan Tabel 16 dapat diketahui bahwa perjalanan KA angkutan penumpang dan barang terdapat 10 rute terbentuk dan 8 rute terpakai.

Tabel 17. Analisis rute berkonflik Stasiun Betung

Rute	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	S	D	D	D	D	N	N	N	X	X
B	D	S	D	D	D	N	N	N	X	X
C	D	D	S	D	D	N	N	N	X	X
D	D	D	D	S	D	X	X	X	X	X
E	D	D	D	D	S	X	X	X	X	X
F	N	N	N	X	X	S	D	D	D	D
G	N	N	N	X	X	D	S	D	D	D
H	N	N	N	X	X	D	D	S	D	D
I	X	X	X	X	X	D	D	D	S	D
J	X	X	X	X	X	D	D	D	D	S

Rasio Rute Berkonflik pada Stasiun Betung ditunjukkan pada Tabel 17. Rute-rute terkonflik yang terjadi pada rute A yaitu *divergen*, *no-conflict* dan *crossing*.

Jumlah kombinasi rute berkonflik ialah 82 rute, sedangkan jumlah total kombinasi rute yang dapat terbentuk ialah 100 rute. Sehingga, perhitungan *Conflict Rate* adalah sebagai berikut :

$$\text{Conflict Rate (CR)} = 82/100 \times 100\% = 82\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan *Conflict* tersebut, dapat diperoleh hasil bahwa 82% pergerakan KA saling berkonflik.

Penjelasan berikut berkaitan dengan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA. Berdasarkan hasil perhitungan hasil perhitungan Tabel 18, dapat diperoleh nilai tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA pada Stasiun Betung sebesar 57,4%.

Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 9, Tabel 12, Tabel 15, dan Tabel 18, walaupun nilai *Conflict Rate* pada Stasiun Betung paling tinggi yaitu 82%, namun dengan frekuensi KA yang sama, tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA yang dihasilkan adalah yang paling kecil, hanya sebesar 57,4%. Hal ini dikarenakan Stasiun Betung ditunjang oleh jumlah jalur KA yang lebih banyak yaitu enam (6) jalur dibandingkan ketiga stasiun lainnya yang hanya memiliki empat (4) jalur. Hanif et al. (2020) pada penelitian sebelumnya melakukan analisis pola operasi kereta api di stasiun Surabaya Gubeng yang juga memiliki 6 jalur KA, dengan perolehan nilai *Conflict Rate* sebesar 95.02%. Namun penelitian tersebut tidak menghitung nilai tingkat pembebanan rute.

Tabel 18. Tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi KA Stasiun Betung

Rute	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Jumlah	
KA	4	3	2	2	0	4	3	2	2	0	22	
A	4	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	-	-	-	0,02	0,00	0,09
B	3	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	-	-	-	0,01	0,00	0,07
C	2	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	-	-	-	0,01	0,00	0,05
D	2	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,08
E	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	4	-	-	-	0,02	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,09
G	3	-	-	-	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,07
H	2	-	-	-	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,05
I	2	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,08
J	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jumlah	22	0,09	0,07	0,05	0,08	0,00	0,09	0,07	0,05	0,08	0,00	0,574

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kajian pola operasi jalur KA ganda lintas layanan Sembawa-Betung, diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Pada Stasiun Sembawa, Stasiun Pangkalan Balai dan Stasiun Suak Tapeh, selisih antara nilai *Conflict Rate* (78%) dan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi (73,6%) sangat kecil, artinya, pemanfaatan rute beserta jumlah KA yang dilayani di stasiun tersebut mendekati batas maksimal konflik yang diizinkan (hanya tersisa 4,4%). Sehingga apabila dilakukan penambahan jumlah KA yang dilayani tanpa adanya pembangunan jalur KA baru di stasiun, maka akan meningkatkan peluang terjadinya kecelakaan yang tidak hanya diakibatkan dari kesalahan pola operasi di lapangan, namun juga karena ketidakmampuan jumlah jalur KA di stasiun dalam melayani jumlah KA yang beroperasi.

Sedangkan pada Stasiun Betung, walaupun nilai *Conflict Rate* cukup tinggi yaitu 82%, namun ternyata dengan jumlah KA yang dilayani akan menghasilkan tingkat pembebanan rute terhadap frekuensi yang cukup kecil yaitu hanya 57.4%. Artinya, pemanfaatan rute beserta jumlah KA yang dilayani di stasiun tersebut masih jauh dari batas maksimal konflik yang diizinkan. Sehingga di masa depan masih dapat dilakukan penambahan jumlah KA yang dilayani tanpa perlu dilakukan pembangunan jalur KA baru di stasiun. Selain itu dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah jalur KA di stasiun, semakin tinggi nilai *Conflict Rate*, namun disaat yang sama akan semakin besar potensi frekuensi KA yang dapat dilayani.

Pada penelitian ini, analisis pola operasi dilakukan terbatas pada stasiun dengan kelas kecil dan sedang. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis pola operasi pada stasiun kelas besar seperti Stasiun Jatinegara yang terletak di Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianah, S. R. (2017). "Kajian model pemilihan moda kereta api atau bus menuju stasiun kereta api kroya dan maos di kabupaten cilacap." *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 19(3), 183-194.

de Carvalho, R. F. L., dan Prabasmara, P. G. (2020). "Revitalisasi stasiun kereta api kedundang di kulon progo (penekanan desain pada pola sirkulasi dan tata ruang)." *Jurnal Arsitektur Pendapa*, 3(1), 34-47.

Direktur Jenderal Perkeretaapian. (2016). "Grafik perjalanan kereta api." Jakarta, Indonesia.

Fatharani, A. Q., dan Triana, S. (2018). "Kajian tarif kereta api penumpang pontianak-sanggau kalimantan barat." *Reka Racana: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 33-44.

Hanif, M., Moetrino, H., dan Mudjanarko, S. W. (2020). "Analisis Pola Operasi Kereta Api di Stasiun Surabaya Gubeng." *SPIRIT PRO PATRIA (E-journal)*, 6(1), 1-15.

Jumardi, J., Ruli. R., Abdulhadi, A., Atika, S., Viki, A., dan Zaki, A. Z. (2020). "Perkembangan transportasi kereta api di jakarta." *Jurnal Pemikiran Pendidikan dan Penelitian Kesejarahan*, 7(1), 40-48.

Kuswati, A. S. (2012). "Kriteria penetapan lokasi stasiun kereta api penumpang." *Warta Penelitian Perhubungan*, 24(3), 244-259.

Kuswati, A. S., Maimunah, S., dan Herawati, H. (2011). "Peran infrastruktur kereta api terhadap perekonomian daerah." *Warta Penelitian Perhubungan*, 23(2), 172-190.

Pachl, J. (2004). "Railway operation and control." Mountlake Terrace, USA: VTD Rail Publishing.

Peraturan Dinas No. 10. (1986). "Perencanaan konstruksi jalan rel." Jakarta, Indonesia.

Peraturan Menteri Perhubungan No. 29. (2011). "Persyaratan teknis bangunan stasiun kereta api." Jakarta, Indonesia.

Peraturan Menteri Perhubungan No. 33. (2011). "Jenis, kelas, kegiatan di stasiun kereta api." Jakarta, Indonesia.

Peraturan Menteri Perhubungan No. 35. (2011). "Syarat pembuatan gapeka." Jakarta, Indonesia.

Peraturan Menteri Perhubungan No. 43. (2011). "Rencana induk perkeretaapian nasional." Jakarta, Indonesia.

Peraturan Menteri Perhubungan No. 60. (2012). "Persyaratan teknis jalur kereta api." Jakarta, Indonesia.

Pramana, Y. I., Gustami, H., dan Lubis, M. M. (2019). "Analisis kepuasan pengguna jasa transportasi kereta api dalam proses distribusi CPO di Sumatera Utara (studi kasus: PT. Kereta Api Divre 1 Sumatera Utara)." *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 1(2), 202-211.

Rachman, N. F., dan Sunardi, S. (2020). "Simulasi aplikasi monitoring kereta api berbasis android." *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*, 4(1), 48-55.

Saputra, D., Osly, P. J., & Meutia, W. (2020). "Analisis kinerja operasional kereta api pangrango bogor – sukabumi." *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (CESD)*, 2(2), 66-73.

Setiawan, D. M. (2016a). "Pembatasan kecepatan maksimum dan kaitannya terhadap kapasitas lintas jalur kereta api Muara Enim – Lahat Sumatera Selatan". *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2016* ISSN: 2459-9727, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Setiawan, D. M. (2016b). "Kajian pola operasi Jalur ganda kereta api Muara Enim-Lahat." *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 19(1), 37-47.

Setiawan, D. M. (2018). "Pengaturan lalulintas kereta api di stasiun cicalengka untuk mendukung pengoperasian jalur ganda kereta api bandung-cibatu." *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 21(1), 1-9.

Setiawan, D., Muthohar, I., dan Murwono, D. (2015). "Analisis conflict rate pada perhitungan kapasitas sistem interlocking yang mempengaruhi penyusunan formulasi kapasitas stasiun," *Prosiding International Symposium FSTPT ke-18 Universitas Lampung*, 325-334.

Undang-Undang Republik Indonesia No. 23. (2007). "Perkeretaapian." Jakarta, Indonesia.

Utomo, D. P., dan Harjono, M. S. (2019). "Binomial logit model untuk pemilihan moda antara pesawat udara, kereta api eksekutif dan kereta api ekspres." *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 13(1), 85-92.