

Analisis Teknis Operasional Light Rail Transit Kota Bandung

AFIF NUR MUHAMMAD, SOFYAN TRIANA

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: afifnm5@gmail.com

ABSTRAK

Jumlah permintaan masyarakat akan transportasi dari tahun ke tahun mengalami peningkatan sehingga volume kendaraan semakin padat dan menyebabkan terjadinya kemacetan. Untuk mengatasi hal tersebut pemerintah Kota Bandung membangun suatu sistem baru berupa transportasi massal berbasis rel yaitu Light Rail Transit (LRT). Data yang digunakan diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Bandung. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain potensi demand pada Tahun 2020, headway, load factor, waktu sirkulasi, kapasitas lintas dan Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA). Berdasarkan hasil analisis operasional diperoleh total pergerakan Tahun 2020 sebesar 1.508 penumpang per hari, nilai headway sebesar 251 menit dari Stasiun Babakan Siliwangi s.d. Stasiun Leuwipanjang ataupun dari arah sebaliknya, load factor tertinggi sebesar 79%, waktu sirkulasi sebesar 54,72 menit, dan dengan nilai headway tersebut jumlah kereta yang dapat beroperasi sebesar 6 KA/hari.

Kata kunci: LRT, demand, headway, load factor

ABSTRACT

The number of people demand for transportation from year to year has increase so that the volume of vehicles getting crowded and led to traffic jams. To overcome this the Government of Bandung to build a new system of rail-based mass transportation that is Light Rail Transit (LRT). The data was obtained from Bandung Transportation Departement. Analyzes conducted in this study include potential demand in Year 2020, headway, load factor, circulation time, cross capacity and railway travel graph. Based on operational analysis results obtained total movement of 2020 for 1,508 passengers per day, headway value of 251 minutes from Babakan Siliwangi Station to Leuwipanjang Station or from the opposite direction, the highest load factor of 79%, a circulation time of 54.72 minutes, and with the headway value the number of trains that can operate is 6 KA/day.

Keywords: LRT, demand, headway, load factor

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Kota Bandung sebagai pusat kegiatan mengakibatkan adanya peningkatan volume kendaraan sehingga jalan-jalan di Kota Bandung terjadi kemacetan. Kemacetan tersebut menyebabkan waktu terbuang dalam melakukan kegiatan sosial-ekonomi masyarakat sehingga menghambat pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut Pemerintah Kota Bandung melakukan upaya dengan cara membangun suatu sistem baru berupa transportasi massal berbasis rel yaitu LRT (*Light Rail Transit*). LRT adalah suatu bagian dari solusi transportasi yang terkait dengan bagaimana mengangkut penumpang dari satu titik asal ke titik tujuan secara cepat, efektif, dan efisien. LRT diharapkan mampu mengatasi kemacetan yang semakin hari kian bertambah dan memberikan layanan terbaik bagi pengguna transportasi publik di Kota Bandung. Berdasarkan latar belakang diatas maka akan dilakukan analisis operasional angkutan massal yaitu LRT apakah sudah sesuai dengan kebutuhan masyarakat Kota Bandung akan transportasi massal yang laik dan dapat menampung banyak penumpang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola operasional LRT dengan maksud untuk memperhitungkan jumlah sarana yang direncanakan beroperasi pada tahun tinjauan serta kegiatan operasional LRT. Kegiatan operasional LRT antara lain waktu keberangkatan, *headway* antar kereta, kecepatan tempuh, waktu tempuh, waktu naik turun penumpang dan waktu sirkulasi.

Berikut ruang lingkup yang akan dikaji dalam penelitian ini:

1. Koridor yang diteliti adalah koridor I Dago–Leuwipanjang, Kota Bandung.
2. Melakukan analisis permintaan pergerakan (*demand*) pada Tahun 2020.
3. Analisis kinerja LRT Koridor 1.
4. Sumber data bersifat sekunder, yaitu seperti data penduduk Kota Bandung, data kepemilikan kendaraan Kota Bandung, data survey detail profil responden pengguna mobil pribadi dan sepeda motor dan data spesifikasi LRT yang digunakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transportasi

Transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain (Andriansyah, 2015). Konsep transportasi didasarkan pada adanya perjalanan antara asal dan tujuan. Sesuai dengan perkembangan transportasi, transportasi dituntut agar berlangsung secara aman, cepat, nyaman, dan ekonomis baik dari segi waktu ataupun tarif yang sesuai dengan lingkungan.

2.2 Transportasi Massal

Transportasi massal adalah sebuah sarana berkendaraan yang membuat banyak orang dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain dan mampu memberikan efisiensi waktu, tempat, dan biaya di berbagai wilayah. Ada beberapa jenis transportasi massal yang umum dipergunakan di perkotaan antara lain:

1. *Bus Rapid Transit*

Bus Rapid Transit didefinisikan sebagai moda transportasi massal cepat beroda karet yang fleksibel dan mengkombinasikan elemen-elemen halte, kendaraan, pelayanan, jalur khusus dan *Intelligent Transportation System* (ITS) kedalam sistem yang terpadu dan mempunyai identitas yang kuat.

2. *Heavy Rail Transit*
Sistem *Heavy Rail Transit* adalah sistem angkutan menggunakan kereta berkinerja tinggi, mobil rel bertenaga listrik yang beroperasi di jalur-jalur khusus eksklusif, biasanya tanpa persimpangan, dengan bangunan stasiun besar (Kittelsohn & Associates, 1999).
3. *Commuter Line*
Commuter Rail atau kereta komuter atau kereta pinggiran merupakan porsi operasional jalur kereta penumpang yang membawa penumpang di dalam wilayah perkotaan atau antara wilayah perkotaan dengan wilayah pinggiran, namun berbeda dari jenis Metro dan LRT dalam tataran bahwa kereta penumpang secara umum lebih berat, jauhnya jarak rata-rata lebih panjang, dan pengoperasiannya dilakukan di luar jalur-jalur yang merupakan bagian dari sistem jalan kereta dalam sebuah wilayah.
4. *Monorail*
Monorail atau Monorel merupakan inovasi kendaraan berbasis rel dimana sesuai dengan namanya kereta ini hanya terdiri dari rel tunggal, berbeda dengan kereta pada umumnya yang memiliki 2 (dua) rel paralel.
5. *Light Rail Transit*
Light Rail Transit adalah sistem jalur kereta listrik metropolitan yang dikarakteristikan atas kemampuannya menjalankan gerbong atau kereta pendek satu per satu sepanjang jalur-jalur khusus eksklusif pada lahan bertingkat, struktur menggantung, subway, atau biasanya di jalan, serta menaikkan dan menurunkan penumpang pada lintasan atau tempat parkir mobil (Kittelsohn & Associates, 1999).

2.3 Jadwal Perjalanan Kereta Api

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM.35 Tahun 2011 tentang Tata Cara dan Standar Pembuatan Grafik Perjalanan Kereta Api GAPEKA adalah pedoman pengaturan pelaksanaan perjalanan kereta api yang digambarkan dalam bentuk garis yang menunjukkan stasiun, waktu, jarak, kecepatan, dan posisi perjalanan kereta api mulai dari berangkat, bersilang, bersusulan, dan berhenti yang digambarkan secara grafis untuk pengendalian perjalanan kereta api.

2.4 Kinerja Operasi

Untuk mengukur tingkat keberhasilan atau kinerja angkutan ada beberapa parameter yang harus dilihat, antara lain:

1. Faktor Muat (*Load Factor*)
Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: SK.687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur (2002), *Load Factor* (LF) merupakan perbandingan kapasitas terjual dan kapasitas tersedia untuk satu perjalanan yang biasa dinyatakan dalam persen (%).
2. Waktu Antara (*Headway*)
Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM.35 Tahun 2011 tentang Tata Cara dan Standar Pembuatan Grafik Perjalanan Kereta Api waktu antara (*headway*) adalah selang waktu kereta api datang dan/atau berangkat suatu kereta api dengan kereta api berikutnya. Satuan waktu *headway* adalah menit. *Headway* dapat dihitung seperti pada **Persamaan 1**.

$$H = \frac{60 * D + t}{V} \quad \dots (1)$$

halmana:

H = *headway* (menit),

D = jarak antar stasiun (km),

V = kecepatan rata-rata kereta (km/jam),

T = waktu pelayanan sinyal (menit).

3. Waktu Tempuh

Waktu tempuh adalah waktu perjalanan kereta api dari lokasi stasiun keberangkatan hingga stasiun akhir. Waktu tempuh dapat dipengaruhi oleh kecepatan perjalanan, panjang rute perjalanan, waktu naik turun penumpang, dan waktu tunda.

4. Waktu Naik Turun Penumpang (*Dwelling Time*)

Besarnya waktu berhenti tiap kendaraan pada perhentian sepanjang rute akan mempengaruhi efisiensi dari sistem angkutan secara keseluruhan. Adapun waktu ini terdiri dari 2 waktu tundaan, yaitu waktu naik turun penumpang (*dwelling time*) dan waktu tunda. Menurut Clark (1984), *Light Rail Transit* (LRT) membutuhkan *dwelling time* sebesar 15-30 detik untuk setiap stasiunnya.

5. Waktu Sirkulasi

Waktu sirkulasi (CT) adalah waktu perjalanan kereta api dari stasiun awal keberangkatan hingga ke kembali ke stasiun awal keberangkatan. Waktu sirkulasi merupakan waktu tempuh dari keberangkatan sampai waktu kepulangan. Waktu tempuh adalah waktu yang dibutuhkan dari perjalanan dari stasiun awal ke stasiun akhir. Waktu sirkulasi dapat dihitung seperti pada **Persamaan 2**.

$$CT = \text{Waktu tempuh} * 2 \quad \dots (2)$$

6. Kapasitas Lintas

Kapasitas lintas adalah banyaknya kereta api yang dapat dioperasikan pada satu petak jalan per satuan waktu. Biasanya diambil satu hari, sehingga satuannya adalah ka/hari. Pada persamaan berikut memperlihatkan nilai kapasitas lintas kereta api per petak. Kapasitas lintas dapat dihitung seperti pada **Persamaan 3**.

$$C = \frac{1440}{H} \quad \dots (3)$$

halmana:

C = kapasitas lintas (KA/hari),

H = *headway* (menit).

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis kelaikan teknis proyek pembangunan *Light Rail Transit* (LRT) Kota Bandung koridor 1 Dago–Leuwipanjang. Sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu dilakukan identifikasi masalah dan mencari sumber-sumber referensi yang nantinya akan digunakan sebagai dasar analisis atau perhitungan yang dilakukan. Setelah itu dilakukan pengambilan data berupa data sekunder seperti data penduduk di setiap kecamatan di Kota Bandung, survei asal-tujuan pengguna sepeda motor dan mobil, dan jenis LRT yang digunakan dalam pembangunan proyek tersebut. Setelah pengambilan data, dilakukan perhitungan kinerja operasional seperti potensi *demand*, *headway*, *load factor*, waktu tempuh, waktu sirkulasi, kapasitas lintas dan jumlah gerbong LRT yang dibutuhkan.

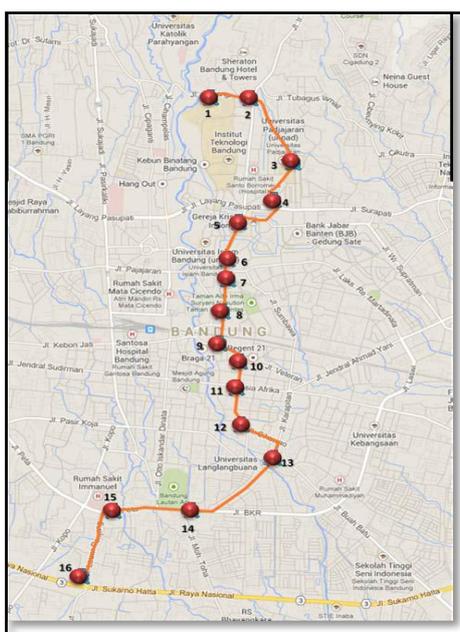
4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder ini didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Bandung (2015) dan hasil survei di lokasi penelitian dari Dinas Perhubungan Kota Bandung (2013). Data yang didapatkan berupa data jumlah penduduk Kota Bandung, data kepemilikan kendaraan di Kota Bandung dan Matriks Asal Tujuan pengendara mobil dan motor.

4.2 Rute Light Rail Transit Kota Bandung

Pembangunan proyek Light Rail Transit (LRT) Bandung koridor I menghubungkan wilayah utara Kota Bandung sampai dengan wilayah selatan Kota Bandung. Stasiun awal berada di Dago dan stasiun akhir berada di Leuwipanjang. Pada koridor ini stasiun LRT dibagi menjadi 16 stasiun yang dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Gambar 1**.



Gambar 1. Stasiun–stasiun LRT koridor 1
(Sumber: Dinas Perhubungan Kota Bandung, 2013)

Tabel 1. Lokasi Stasiun LRT Kota Bandung Koridor I

No	Nama Stasiun	Kelurahan	Kecamatan
1	A Babakan Siliwangi	Lebak Siliwangi	Coblong
2	B Simpang Dago	Lebak Siliwangi	Coblong
3	C Unpad	Lebak Gede	Coblong
4	D Panatayuda	Lebak Gede	Coblong
5	E Dukonsel	Citarum	Bandung Wetan
6	F Sultan Agung	Citarum	Bandung Wetan
7	G BIP	Citarum	Bandung Wetan
8	H Balaikota	Babakan Ciamis	Sumur Bandung
9	I Braga	Braga	Sumur Bandung

(Sumber: Dinas Perhubungan Kota Bandung, 2013)

Tabel 1. Lokasi Stasiun LRT Kota Bandung Koridor I lanjutan

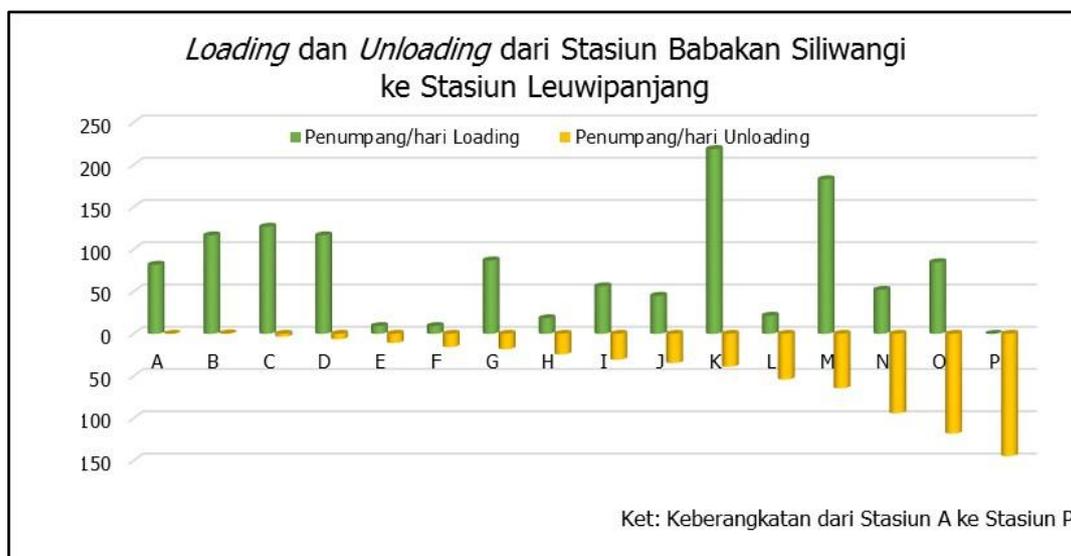
No	Nama Stasiun	Kelurahan	Kemacetan
10	J Tamblong	Kebon Pisang	Sumur Bandung
11	K Asia Afrika	Balong Gede	Regol
12	L Unpas	Cikawao	Lengkong
13	M Karapitan	Paledang	Lengkong
14	N Tegal Lega	Ciateul	Regol
15	O Immanuel	Situsaeur	Bojongloa Kaler
16	P Leuwipanjang	Situsaeur	Bojongloa Kaler

(Sumber: Dinas Perhubungan Kota Bandung, 2013)

4.3 Analisis Potensi Demand

Analisis potensi demand dilakukan untuk mengetahui berapa banyak potensi pengguna *Light Rail Transit* (LRT) sehingga perencanaan LRT dapat sesuai dengan permintaan di Kota Bandung. Analisis ini menggunakan pendekatan jumlah penduduk per kecamatan dan kepemilikan kendaraan di Kota Bandung. Untuk itu data yang digunakan dalam analisis ini digunakan jumlah penduduk usia produktif di Kota Bandung. Potensi *demand* yang di analisis adalah potensi *demand* pada Tahun 2020.

Berdasarkan analisis yang sudah dijelaskan maka didapat jumlah penduduk yang menggunakan LRT. Jumlah ini diperoleh dari persentase sampel per stasiun dikali dengan jumlah penduduk yang menggunakan kendaraan umum. Setelah didapat jumlah penduduk yang berpotensi menggunakan LRT, selanjutnya dilakukan analisis Matriks Asal Tujuan (MAT) pada Tahun 2020. Potensi *demand* pada Tahun 2020 dihitung berdasarkan Metode Furness dari matriks tahun sebelumnya. Sehingga diperoleh jumlah penumpang LRT di setiap stasiun pada Tahun 2020 yang ditunjukkan pada grafik *loading* dan *unloading* seperti **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



Gambar 2. Grafik Loading dan Unloading dari Stasiun Babakan Siliwangi ke Stasiun Leuwipanjang



Gambar 3. Grafik Loading dan Unloading dari Stasiun Leuwipanjang ke Stasiun Babakan Siliwangi

4.4 Analisis Kinerja Operasional dan Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA)

Analisis ini dihitung berdasarkan potensi *demand* yang telah didapat sebelumnya. Analisis operasional ini, antara lain:

1. Faktor Muat (*Load Factor*)

Analisis *load factor* dimaksudkan untuk mengukur kapasitas penumpang setiap kali perjalanan, sehingga dari data *load factor*, nantinya dapat diketahui apakah setiap kendaraan dari setiap trayek mampu mengangkut penumpang dalam kapasitas maksimal setiap kendaraan tersebut. Untuk perhitungan *load factor* pada Tahun 2020 dari Stasiun Babakan Siliwangi ke Stasiun Leuwipanjang ataupun sebaliknya dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 2. *Load Factor* Tahun 2020 dari Stasiun Babakan Siliwangi-Stasiun Leuwipanjang

Keterangan	Jumlah Pergerakan dari Stasiun (i) ke Stasiun (n) pada Tahun Rencana (Tahun 2020)															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Kebutuhan penumpang maksimum (penumpang/jam)	20	49	80	108	107	106	123	121	128	130	175	167	197	186	178	142
Kapasitas kendaraan LRT yang digunakan (penumpang)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
<i>Load factor</i> (%)	8	20	32	43	43	42	49	49	51	52	70	67	79	74	71	57

Tabel 3. Load Factor Tahun 2020 dari Stasiun Leuwipanjang-Stasiun Babakan Siliwangi

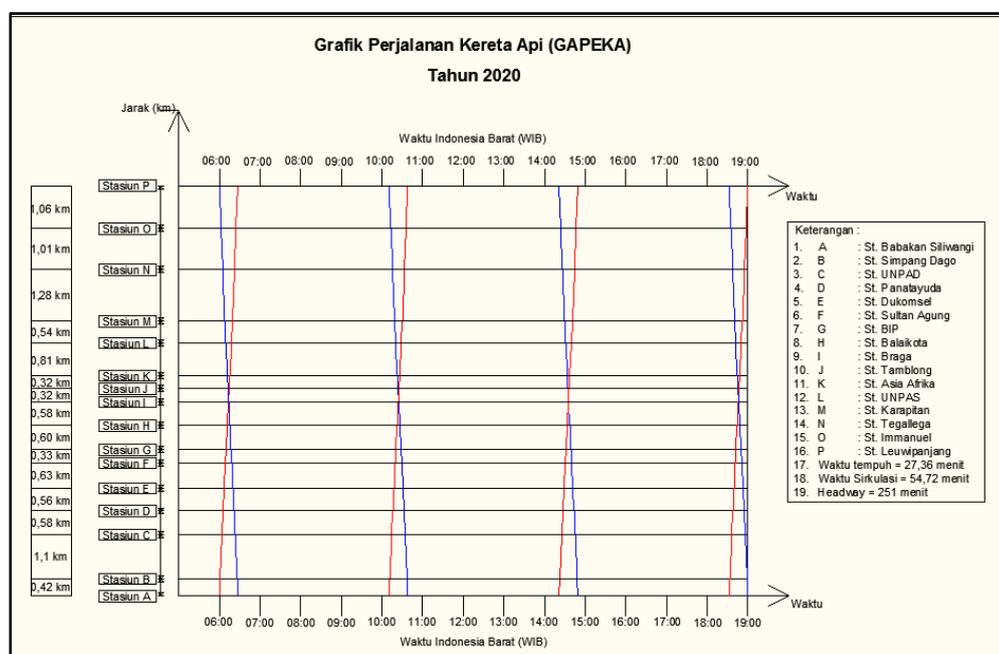
Keterangan	Jumlah Pergerakan dari Stasiun (i) ke Stasiun (n) pada Tahun Rencana (Tahun 2020)															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Kebutuhan penumpang maksimum (penumpang/jam)	0	35	68	92	111	130	146	154	164	165	166	136	137	101	91	71
Kapasitas kendaraan LRT yang digunakan (penumpang)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Load factor (%)	0	14	27	37	45	52	58	62	65	66	66	54	55	40	36	28

Berdasarkan **Tabel 2** dan **Tabel 3** maka dapat diperoleh nilai *load factor* tertinggi pada Tahun 2020 sebesar 79%.

2. *Headway*, Waktu Sirkulasi, Jumlah Gerbong, dan Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA) Grafik Perjalanan Kereta Api digunakan sebagai alat untuk mengendalikan operasional perjalanan kereta api sehingga kereta api dapat berjalan dengan baik sesuai rencana. Untuk GAPEKA LRT pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Berdasarkan GAPEKA yang telah dicantumkan pada **Gambar 4** maka didapat beberapa nilai, antara lain:

- Waktu tempuh = 27,36 menit.
- Headway* dari Stasiun Babakan Siliwangi ke Stasiun Leuwipanjang ataupun dari arah sebaliknya Tahun 2020 = 251 menit.
- Waktu sirkulasi yang dibutuhkan = 54,72 menit.
- Dibutuhkan 2 rangkaian kereta untuk memenuhi potensi *demand* yang ada, dengan 1 rangkaian kereta terdapat 5 gerbong kereta.
- Perjalanan dari Stasiun Babakan Siliwangi ke Stasiun Leuwipanjang membutuhkan 4 kali perjalanan/hari.



Gambar 4. GAPEKA Tahun 2020

3. Kapasitas Lintas

Kapasitas lintas adalah banyaknya kereta api yang dapat dioperasikan pada satu petak jalan per satuan waktu. Biasanya diambil satu hari, sehingga satuannya adalah ka/hari. Berdasarkan nilai *headway* sebesar 251 menit maka diperoleh nilai kapasitas lintas sebesar 6 KA/hari.

4.5 Pembahasan

Berdasarkan penelitian ini diperoleh beberapa hasil yang dapat dipakai sebagai tolak ukur *Light Rail Transit* (LRT) laik secara operasional untuk dibangun, antara lain:

1. Pergerakan terbesar untuk arah Utara ke Selatan dari Koridor I adalah dari Stasiun Tamblong ke Stasiun Asia Afrika dengan besaran pergerakan naik 219 penumpang turun 39 penumpang. Hal ini dikarenakan di stasiun tersebut merupakan pusat pemerintahan dan pusat perbelanjaan.
2. Pergerakan terbesar untuk arah Selatan ke Utara dari Koridor I adalah dari Stasiun Tegallega ke Stasiun Karapitan dengan besaran pergerakan naik 157 penumpang turun 14 penumpang. Hal ini dikarenakan di stasiun tersebut merupakan pusat perbelanjaan.
3. Total pergerakan 1.508 penumpang per hari, sehingga dalam 1 tahun sebanyak 550.420 penumpang per tahun pada Tahun 2020.
4. Besarnya *load factor* tertinggi pada Tahun 2020 adalah 79%.
5. Besarnya *headway* pada Tahun 2020 sebesar 251 menit untuk arah Stasiun Babakan Siliwangi ke Stasiun Leuwipanjang ataupun arah sebaliknya.
6. Waktu perjalanan dari Stasiun Babakan Siliwangi sampai Stasiun Leuwi Panjang dan arah sebaliknya adalah sebesar 27,36 menit.
7. Waktu sirkulasi yang dibutuhkan sebesar 54,72 menit.
8. Dibutuhkan 2 rangkaian LRT untuk memenuhi permintaan penumpang per hari dengan terdapat 5 gerbong di setiap rangkaian LRT.

5. KESIMPULAN

Setelah mendapatkan hasil dari analisis yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Light Rail Transit (LRT) koridor I Dago-Leuwipanjang menunjukkan adanya minat dari penduduk Kota Bandung untuk menggunakan LRT ditunjukkan dengan total pergerakan sebesar 1.508 penumpang/hari dan sebanyak 550.420 penumpang/tahun pada Tahun 2020.
2. Nilai *headway* sebesar 251 menit dari arah Dago-Leuwipanjang ataupun sebaliknya pada Tahun 2020.
3. Jumlah lintasan LRT yang beroperasi pada Tahun 2020 adalah 6 KA/hari dari arah Dago-Leuwipanjang ataupun dari arah sebaliknya, sehingga tidak perlu dilakukan penambahan jalan lintas kereta (pada pelaksanaannya, LRT akan dibangun langsung menjadi *double track* dikarenakan adanya unsur investasi di dalam pembangunan LRT).

DAFTAR RUJUKAN

- Andriansyah. (2015). *Manajemen Transportasi dalam Kajian dan Teori*. Jakarta: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama.
- Badan Pusat Statistik Kota Bandung. (2015). *Kota Bandung dalam Angka*. Bandung: Badan Pusat Statistik Kota Bandung.
- Clark, R. R. (1984). *General Guidelines for the Design of Light Rail Transit Facilities in Edmonton*.
- Dinas Perhubungan Kota Bandung. (2013). *Prastudi Kelayakan Monorail Bandung Koridor 1*. Bandung: Dinas Perhubungan Kota Bandung.

- Direktur Jenderal Perhubungan Darat. (2002). *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: SK.687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur*. Jakarta: Departemen Perhubungan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Kittelson & Associates. (1999). *Transit Capacity and Quality of Service Manual*. Washington DC: Kittellson & Associates, Inc.
- Menteri Perhubungan. (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM.35 Tahun 2011 tentang Tata Cara dan Standar Pembuatan Grafik Perjalanan Kereta Api*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.