BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Kelayakan Proyek

Studi kelayakan merupakan suatu tahap awal yang cukup penting dari serangkaian kegiatan fisik, dimana hasil dari suatu studi kelayakan adalah rekomendasi mengenai perlu tidaknya proyek yang dikaji untuk dilanjutkan ke tahap berikutnya. Dewasa ini, studi kelayakan dirasakan sangat penting dilakukan karena sumberdaya baik waktu, manusia maupun dana semakin sulit diperoleh. Aspek yang dikaji dalam studi kelayakan ini tidak hanya terbatas pada aspek finansial saja melainkan juga mengkaji aspek teknis, lingkungan, manajerial dan administrasi, aspek organisasi, ekonomi, dan aspek social (LPM-ITB, 1997).

2.1.1 Pengertian Studi Kelayakan

Menurut Husnan (2000), yang dimaksud dengan studi kelayakan suatu proyek adalah penelitian tentang dapat tidaknya suatu proyek (biasanya merupakan proyek investasi) dilaksanakan dengan berhasil. Mengkaji kelayakan suatu proyek bertujuan untuk mempelajari usulan suatu proyek dari segala segi secara profesional agar nantinya setelah diterima dan dilaksanakan betul-betul dapat mencapai hasil sesuai rencana.

2.1.2 Maksud dan tujuan studi kelayakan

Studi Kelayakan Proyek dilakukan untuk menilai proyek yang akan dikerjakan di masa mendatang. Penilaian disini tidak lain adalah untuk memberikan rekomendasi apakah sebaiknya proyek yang bersangkutan layak dikerjakan atau sebaiknya ditunda dulu.

2.2 Transportasi

Transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain (Andriansyah, 2015). Sektor transportasi merupakan sektor yang memberikan dukungan terhadap semua sektor lainnya sehingga sektor ini menjadi sangat penting bagi kegiatan ekonomi masyarakat (Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2018), oleh karena itu kehadiran transportasi yang dapat diandalkan dan mampu memenuhi kebutuhan pergerakan masyarakat sehari-hari merupakan hal yang sangat vital. Pembangunan transportasi diharapkan mampu menjadi tulang punggung angkutan barang dan angkutan penumpang terutama di kawasan perkotaan sehingga dapat menjadi salah satu penggerak perekonomian. (Nusantara, 2015)

2.3 Sistem Transportasi

Sasaran umum perencanaan sistem transportasi adalah membuat interaksi menjadi semudah dan seefisien mungkin, sistem transportasi harus mampu menjawab kebutuhan di masa mendatang. Sistem transportasi secara menyeluruh (makro) dapat dipecahkan menjadi beberapa sistem yang lebih kecil (mikro) yang

masing-masing saling terkait dan saling mempengaruhi (Tamin, 2001).

Sistem transportasi mikro tersebut terdiri dari:

1. Sistem kegiatan

   Sistem kegiatan merupakan hasil dari tata guna lahan yang mempunyai jenis kegiatan tertentu yang akan membangkitkan pergerakan dan akan menarik pergerakan dalam proses pemenuhan kebutuhan. Dikarenakan kebutuhan tidak dapat dipenuhi oleh tata guna lahan yang ada, maka diperlukan pergerakan. Besarnya pergerakan sangat berkaitan erat dengan jenis dan intensitas kegiatan yang dilakukan.

2. Sistem jaringan prasarana transportasi

   Pergerakan yang dilakukan memerlukan moda transportasi (sarana) dan media (prasarana) tempat moda transportasi tersebut bergerak. Prasarana transportasi yang diperlukan dikenal dengan sistem jaringan, yang didalamnya meliputi sistem jaringan jalan raya, kereta api, dll.

3. Sistem pergerakan lalu lintas

   Interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jaringan menghasilkan pergerakan manusia dan/atau barang dalam bentuk pergerakan kendaraan dan/atau manusia. Sistem pergerakan yang baik dapat tercipta melalui sistem rekayasa dan manajemen lalu lintas yang baik.

4. Sistem kelembagaan

   Sesuai dengan GBHN 1993, dalam usaha untuk menjamin terwujudnya sistem pergerakan yang aman, nyaman, lancer, murah, handal dan sesuai dengan lingkungannya, maka dalam sistem transportasi makro terdapat

sistem mikro tambahan lainnya yang disebut sistem kelembagaan yang meliputi individu, kelompok, lembaga, dan instansi pemerintah serta swasta yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam setiap sistem mikro tersebut.

Seiring berjalannya waktu, sistem kegiatan yang ada ikut berkembang, mengakibatkan turut berkembangnya pergerakan yang ada, yang kemudian berdampak pula pada perkembangan sistem jaringan dan sistem pergerakan. Hubungan dasar antara sistem kegiatan, sistem jaringan, dan sistem pergerakan dapat disatukan dalam beberapa urutan tahapan, yang biasanya dilakukan secara berurutan sebagai berikut:

a. Aksesibilitas dan mobilitas

   Ukuran potensial atau kesempatan untuk melakukan perjalanan. Tahapan ini digunakan untuk merumuskan masalah yang terdapat dalam sistem transportasi dan menentukan pemecahan alternatif.

b. Pembangkit lalu lintas

   Membahas tentang bagaimana terjadinya bangkitan perjalanan dari suatu tata guna lahan atau dapat tertarik ke suatu tata guna lahan.

c. Sebaran penduduk

   Membahas tentang persebaran perjalanan secara geografis di dalam daerah perkotaan (daerah kajian).

d. Pemilihan moda transportasi

   Menentukan faktor yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi untuk tujuan perjalanan tertentu.

e. Pemilihan rute

Menentukan faktor yang mempengaruhi pemilihan rute dari setiap zona asal dan ke setiap zona tujuan

2.4 Sarana dan Prasarana Transportasi

Menurut Tamin (2000), sistem prasarana transportasi harus mempunyai dua peran utama, yaitu:

1. Sebagai alat bantu untuk mengarahkan pembangunan di daerah perkotaan
2. Sebagai prasarana bagi pergerakan manusia dan/atau barang yang timbul akibat adanya kegiatan di daerah perkotaan tersebut

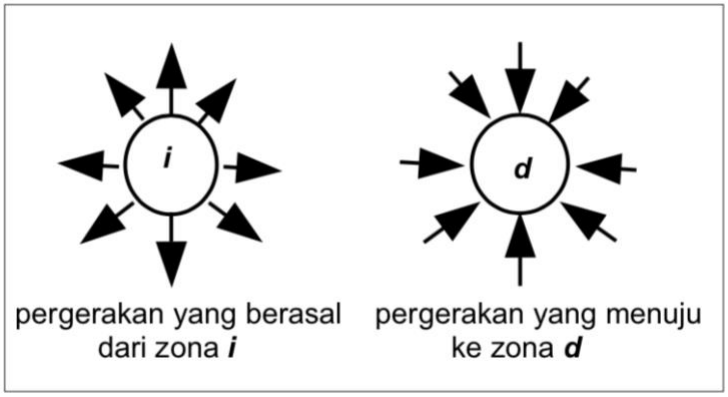
Sistem prasarana transportasinya sendiri terbentuk dari:

1. Sistem prasarana (penunjang), misalnya sistem jaringan jalan raya atau jalan rel
2. Sistem manajemen transportasi, misalnya undang-undang, peraturan, dan kebijakan;
3. Beberapa jenis moda transportasi dengan berbagai macam operatornya.

2.5 Bangkitan Pergerakan

Bangkitan pergerakan adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona atau tata guna lahan dan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona. Pergerakan lalulintas merupakan fungsi tata guna lahan yang menghasilkan pergerakan lalulintas. Bangkitan lalulintas ini mencakup:

1. Lalu lintas yang meninggalkan suatu lokasi
2. Lalu lintas yang menuju atau tiba ke suatu lokasi.



Gambar 2. 1 Tarikan dan Bangkitan Pergerakan

Hasil keluaran dari perhitungan bangkitan dan tarikan lalulintas berupa jumlah kendaraan, orang, atau angkutan barang per satuan waktu, misalnya kendaraan/jam. Kita dapat dengan mudah menghitung jumlah orang atau kendaraan yang masuk atau keluar dari suatu luas tanah tertentu dalam satu hari (atau satu jam) untuk mendapatkan bangkitan dan tarikan pergerakan. Bangkitan dan tarikan lalulintas tersebut tergantung pada dua aspek tata guna lahan:

1. Jenis tata guna lahan
2. Jumlah aktivitas (dan intensitas) pada tata guna lahan tersebut.

2.5 Perkeretaapian

Menurut Peraturan Pemerintah No 72 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api, Perkeretaanpian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api.

Transportasi perkeretaapian dengan kapasitas angkut yang besar (massal), cepat, aman, hemat energi dan ramah lingkungan serta membutuhkan lahan yang relatif sedikit mempunyai banyak keunggulan dibanding transportasi jalan. Mengingat semakin kuatnya isu lingkungan, maka keunggulan kereta api menjadi salah satu dasar yang kuat untuk membangun transportasi perkeretaapian sehingga terwujud transportasi yang efektif, efisien dan ramah lingkungan. (Nusantara, 2015)

2.6 Sistem Angkutan Umum Massal (SAUM)

Sistem Angkutan Umum Massa (SAUM) merupakan sistem transportasi umum yang memiliki kemampuan angkut yang besar, kecepatan yang tinggi, keamanan dan kenyamanan perjalanan yang memadai dan memiliki biaya yang terjangkau karena ditujukan untuk penggunaan massal. (Tamin, 2001)

Menurut (PT Andalan Mitra Nusantara, 2015) , MRT (Mass Rapid Transit) adalah suatu sistem tranportasi perkotaan yang mempunyai 3 kriteria utama, mass (daya angkut besar), rapid (waktu tempuh cepat dan frekuensi tinggi), dan transit (berhenti di banyak stasiun di titik utama perkotaan). Jenis dan definisi beberapa sistem MRT adalah sebagai berikut:

1. Bus Rapid Transit (BRT)

   Sistem transportasi berbasis jalan yang mengkombinasikan elemen stasiun dan kendaraan dengan sistem perencanaan transportasi kota, umumnya mencakup jalur bus yang terpisah dan modernisasi teknologi bus.

BRT juga umumnya mencakup:

a. Sistem naik turunnya penumpang yang cepat
b. Sistem tiket yang efisien
c. Stasiun dan halte yang nyaman
d. Teknologi bus yang ramah lingkungan
e. Integrasi moda transportasi
f. Pelayanan konsumen yang baik

2. Commuter Rail System

   Kereta komuter yang menghubungkan daerah urban dengan sub- urban, namun berbeda dari LRT atau metro, dimana perjalanan lebih panjang dan jalur rel merupakan bagian dari sistem yang telah ada.

3. Light Rail Transit (LRT)

   Sistem transportasi metropolitan berbasis rel elektrik yang ditandai dengan kemampuan mengoperasikan kereta pendek di sepanjang jalur eksklusif baik di bawah tanah, udara atau di jalan.

4. Metro

   Sistem transportasi dengan menggunakan kereta berkinerja tinggi, digerakkan secara elektrik, beroperasi di jalur eksklusif, tanpa jalur persilangan, dengan peron stasiun yang besar. Metro adalah istilah internasional untuk *subway* atau *heavy-rail transit*.

2.7 Perkeretaapian Perkotaan

Jaringan Pelayanan Perkeretaapian Perkotaan diselenggarakan dengan kriteria pelayanan:

1. Melayani banyak penumpang berdiri
2. Memiliki sifat perjalanan ulang alik/komuter
3. Melayani penumpang tetap
4. Memiliki jarak dan/atau waktu tempuh pendek
5. Melayani kebutuhan angkutan penumpang di dalam kota dan dari daerah sub-urban menuju pusat kota atau sebaliknya

2.8 Light Rail Transit (LRT)

Light Rail Transit adalah sistem jalur kereta listrik metropolitan yang dikarakteristikkan atas kemampuannya menjalankan gerbong atau kereta pendek satu per satu sepanjang jalur khusus eksklusif pada lahan bertingkat, struktur menggantung, subway, atau biasanya di jalan, serta menaikkan dan menurunkan penumpang pada lintasan atau tempat parkir mobil (Kittelson & Associates, 1999). 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 tidak menghasilkan polusi yang besar dan dapat mengurangi volume kendaraan yang ada. LRT dalam pembangunannya tidak memerlukan pembangunan jalan baru karena LRT dapat menggunakan jalan yang sudah ada.

2.9 Stasiun

Stasiun adalah tempat kereta api berhenti, berangkat, bersilang, menyusul atau disusul dan langsir, serta dapat berfungsi untuk naik turun penumpang dan/atau memuat bongkar barang, yang dikuasai oleh seorang kepala yang bertanggung jawab penuh atas urusan perjalanan kereta api dan langsiran, yang dilengkapi dengan fasilitas pengoperasian.

2.10 Trase Jalan Rel

Trase adalah rencana tapak jalur kereta api yang telah diketahui titik-titik koordinatnya. Jalur kereta api adalah rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api (rumaja), ruang milik jalur kereta api (ramija), dan ruang pengawasan jalur kereta api (ruwasja) termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api. Berdasarkan PM No 11 tahun 2012, trase kereta api paling sedikit memuat: titik-titik stasiun, lokasi stasiun, rencana kebutuhan lahan, skala gambar.

Tujuan dari penetapan trase jalur kereta api untuk mewujudkan:

1. Keharmonisan antara jaringan jalur kereta api dan perencanaan tata ruang wilayah sesuai tatarannya
2. Keterpaduan pengendalian pemanfaatan ruang untuk jaringan jalur kereta api dalam rangka perlindungan fungsi ruang dan pencegahan dampak negatif terhadap lingkungan akibat pembangunan jalur kereta api

3. Keterpaduan jaringan jalur kereta api sebagai salah satu kesatuan sistem jaringan transportasi nasional, sehingga mempermudah dan memperlancar pelayanan angkutan orang dan/atau barang
4. Efisiensi penyelenggaraan perkeretaapian

2.11 Teknis Konstruksi untuk LRT

Perencanaan konstruksi untuk jalur LRT harus direncanakan sesuai data dan persyaratan teknis sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara teknis dan ekonomis. Secara teknis diartikan konstruksi jalur tersebut harus aman dilalui oleh sarana dengan tingkat kenyamanan tertentu selama umur konstruksinya. Secara ekonomis pembangunan dan pemeliharaan konstruksi jalan rel dapat diselenggarakan secara efisien serta tetap menjamin keamanan dan kenyamanan. Dalam perencanaan trase LRT Borobudur-*Yogyakarta International Airport* (YIA) digunakan lebar trase 1435 mm, sehingga teknis konstruksinya adalah sebagai berikut:

1. Dimensi Kereta LRT

   Kereta LRT memiliki ukuran lebar bodi kereta 2650 mm dan tinggi bodi kereta 3600 mm
2. Lebar Jalan Rel

   Lebar jalan rel merupakan jarak minimum kedua sisi kepala rel yang diukur pada 0-14 mm dibawah permukaan teratas rel. Lebar jalan rel terdiri dari 1067 mm dan 1435 mm. Dalam perencanaan Trase LRT *Borobudur-*

Yogyakarta International Airport (YIA) lebar jalan rel yang digunakan adalah 1435 mm

3. Klasifikasi Kelas Jalan Rel

Klasifikasi kelas jalan rel dibedakan berdasar lebar jalan rel yang digunakan, untuk lebar jalan rel 1067 mm ditunjukkan oleh Tabel 2.1, sedangkan 1435 klasifikasinya ditunjukkan oleh Tabel 2.2. Dalam perencanaan Trase LRT *Borobudur-Yogyakarta International Airport* (YIA) lebar jalan rel yang digunakan adalah 1435 mm sehingga perencanaan dilakukan dngan berpatokan pada Tabel 2.2

Tabel 2. 1 Klasifikasi Kelas Jalan Rel untuk Lebar 1067 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan / Jarak antar sumbu bantalan (cm)	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
I	$> 20.10^6$	120	18	R.60/R.54	Beton / 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10.10^6 - 20.10^6$	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu / 60	Elastis Ganda	30	50
III	$5.10^6 - 10.10^6$	100	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja / 60	Elastis Ganda	30	40
IV	$2,5.10^6 - 5.10^6$	90	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja / 60	Elastis Ganda/ Tunggal	25	40
V	$< 2.5.10^6$	80	18	R.42	Kayu/Baja / 60	Elastis Tunggal	25	35

Sumber: PM no 60 tahun 2012

Tabel 2. 2 Klasifikasi Kelas Jalan Rel untuk Lebar 1435 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	$> 20.10^6$	160	22,5	R.60	Beton / 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10.10^6 - 20.10^6$	140	22,5	R.60	Beton / 60	Elastis Ganda	30	50
III	$5.10^6 - 10.10^6$	120	22,5	R.60/R.54	Beton / 60	Elastis Ganda	30	40
IV	$< 5.10^6$	100	22,5	R.60/R.54	Beton / 60	Elastis Ganda	30	40

Sumber: PM no 60 tahun 2012

4. Kelandaian

Persyaratan kelandaian merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam perencanaan teknis. Landai penentu adalah suatu kelandaian (pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu Iintas lurus. Landai penentu harus memenuhi persyaratan seperti yang dinyatakan pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Landai Penentu

Kelas Jalan Rel	Landai Penentu Maksimum
1	10 ‰
2	10 ‰
3	20 ‰
4	25 ‰
5	25 ‰

Sumber: PM no 60 tahun 2012

5. Alinyemen dan Geometrik

Kriteria desain alinyemen dan geometri jalan rel LRT adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Kriteria Geometrik

Kriteria	Nilai
Lebar Jalan Rel	1435 mm
Kecepatan rencana/design (V)	100 km/h
Kecepatan Maksimum Operasi	80 km/h
Radius lengkung horisontal a. Jalur utama minimum b. Depo minimum c. Depo absolut minimum	 60 m 40 m 30 m
Beban Gandar Maksimum (*Maximum Axle Load*)	12 ton
Panjang jalan rel lurus di lengkung S: a. Desirable minimum b. Absolute minimum	 0,57 x V 20 m
Panjang minimum lengkung peralihan	Sesuai perhitungan
Geometri lengkung peralihan	Sesuai perhitungan
Peninggian maksimum jalur utama	120 mm
Profil Rel	54E1
Sudut Wesel (*Turnout*)	
Di lintas	1:6 (R100)
Di depo	1:6 (R50) dan 1:3.372 (R40)
Tipe Jalan Rel	Tanpa balas (*Ballastless*)
Jarak antar as jalan rel di lintas	3800 mm untuk lengkung peralihan sesuai dengan perhitungan

Sumber: Keputusan Menteri Perhubungan nomor KP 990 tahun 2018

6. Kapasitas Kereta LRT

   Terdapat dua jenis kapasitas kereta LRT, yaitu kereta dengan kapasitas 400 penumpang dan kapasitas 800 penumpang. Untuk kereta berkapasitas 400 penumpang memiliki panjang 51,6 m dengan kapasitas tempat duduk 78 buah, kapasitas penumpang berdiri 320 orang dan 2 buah kursi lipat. Sedangkan untuk kereta berkapasitas 800 penumpang memiliki panjang 103,2 m dengan kapasitas tempat duduk 156 orang, kapasitas penumpang berdiri 640 orang dan 4 buah kursi lipat.

7. Kecepatan Desain Kereta LRT

   Menurut Keputusan Menteri Perhubungan nomor KP 990 tahun 2018, kecepatan rencana kereta LRT adalah 100 km/h , dengan kecepatan maksimum 80 km/h. Dalam perhitungan teknis perencanaan trase LRT rute Borobudur-*Yogyakarta International Airport* digunakan kecepatan uji coba dari Proyek LRT Jabodebek sebesar 40 km/h

8. Pembentangan Jembatan LRT

   Ukuran pembentangan jembatan yang digunakan ditentukan berdasarkan jari-jari kelengkungan rel yang ada, dengan ketentuan sebagai berikut:

   a. R < 200 m : Bentang Jalur Layang 15 m

   b. 200 m < R < 250 m : Bentang Jalur Layang 20 m

   c. 250 m < R < 350 m : Bentang Jalur Layang 25 m

   d. R > 350 m : Bentang Jalur Layang 30 m

9. Lebar dari U-Shape Girder

   Lebar dari U-Shape Girder yang digunakan pada struktur pier LRT ditentukan berdasarkan radius kelengkungan dari trase LRT yang direncanakan, dengan ketentuan sebagai berikut:

   a. R < 200 m : Untuk curve section digunakan U-Shape Girder dengan lebar 5,6 m dan untuk spiral section digunakan lebar 5,3 m

   b. 200 m < R < 350 m : Untuk curve section digunakan U-Shape Girder dengan lebar 5,3 m dan untuk spiral section digunakan lebar 4,9 m

   c. 350m < R < 1350 m : Untuk curve section digunakan U-Shape Girder dengan lebar 4,9 m dan untuk spiral section digunakan lebar 4,6 m

   d. R > 1350 m : Untuk curve section digunakan U-Shape Girder dengan lebar 4,6 m dan untuk spiral section digunakan lebar 4,6 m

10. Ruang Bangun Rel

    Ruang bangun adalah ruang di sisi jalan rel yang senantiasa harus bebas dari segala bangunan tetap. Batas ruang bangun diukur dari sumbu jalan rel pada tinggi 1 meter sampai 3,55 meter. Jarak ruang bangun tersebut dijelaskan dalam Tabel 2.5.

serviens in lumine veritatis

Tabel 2. 5 Jarak Ruang Bangun

Segmen Jalur	Lebar Jalan Rel 1067 mm dan 1435 mm	
	Jalur Lurus	Jalur Lengkung R<800
Lintas Bebas	Minimal 2,35 m di kiri kanan as jalan rel	R ≤ 300, minimal 2,55 m R > 300, minimal 2,45 m Di kiri kanan as jalan rel
Emplasemen	Minimal 1,95 m di kiri kanan as jalan rel	Minimal 2,35 m di kiri kanan as jalan rel
Jembatan, Terowongan	2,15 m di kiri kanan as jalan rel	2,15 m di kiri kanan as jalan rel

Sumber: PM no 60 tahun 2012

11. Susunan Rangkaian

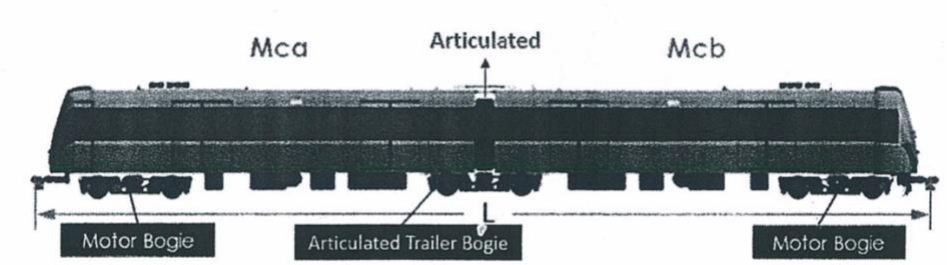
Menurut Keputusan Menteri Perhubungan nomor KP 990 tahun 2018, satu set kereta api ringan (LRT) terdiri dari 2 kereta dengan menggunakan 3 *bogie.* Terdapat 2 jenis *bogie* yaitu:

a. Bogie Motor

b. Bogie Trailer (Articulated bogie trailer)

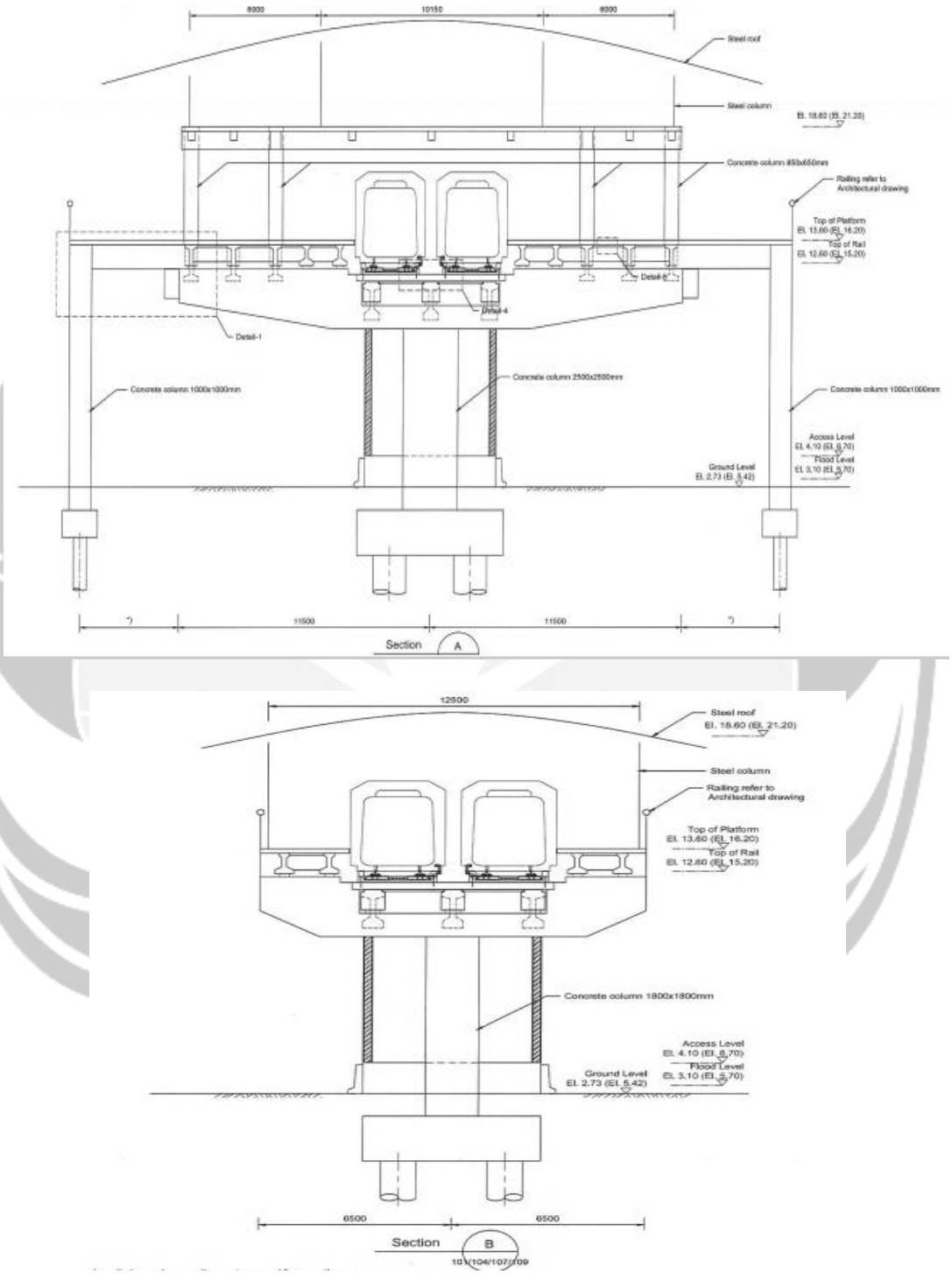
Setiap kereta dilengkapi dengan kabin masinis. Susunan rangkaian dapat disesuaikan dengan kebutuhan operasional atau desain pabrikan dan dapat disusun multiple unit sampai dengan 4 set rangkaian (trainset).

Susunan 1 set rangkaian LRT terdiri dari: MCa – MCb seperti ditunjukkan dalam gambar dibawah ini:



Gambar 2. 2 Susunan Rangkaian Kereta
Sumber: Keputusan Menteri Perhubungan nomor KP 990 tahun 2018

Berikut merupakan gambar teknik dari kereta *Light Rail Transit* (LRT) yang akan di gunakan dalam perencanaan:



Gambar 2. 3 Design Rencana Kereta LRT